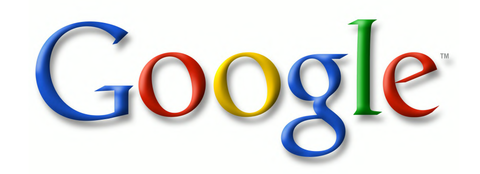
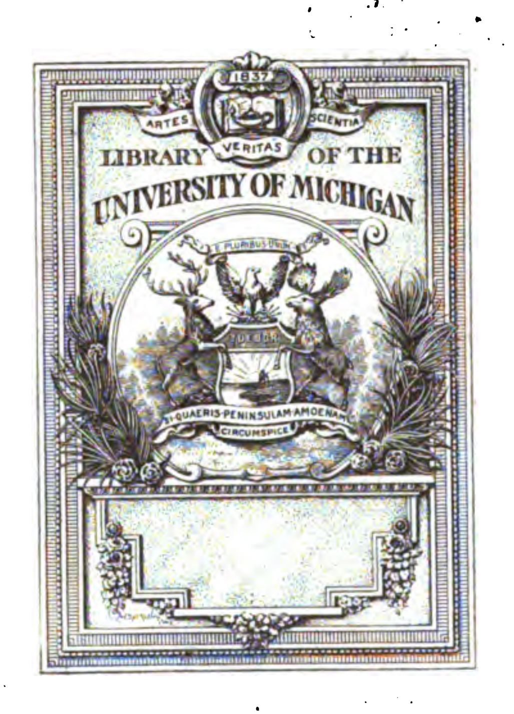
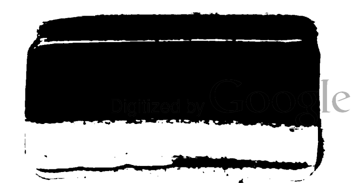



1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE



ZEHN VORLESUNGEN

ÜBER DEN BAU DER

NERVÖSEN CENTRALORGANE.

FÜR ÄRZTE UND STUDIRENDE

VON

DR. LUDWIG EDINGER,
ARZT IN FRANKFURT AM MAIN.

MIT 120 ABBILDUNGEN.

LEIPZIG,
VERLAG VON F. C. W. VOGEL.
1885.

DEM ANDENKEN

VON

Dr. MAX PERLS

WEILAND PROFESSOR DER PATHOLOGISCHEN ANATOMIE IN GIESSEN

GEBOREN AM 5. JULI 1843, GESTORBEN AM 15. MAI 1881.

VORWORT.

Die folgenden Vorlesungen wurden im Winter 1883/84 vor einem Auditorium von praktischen Aerzten gehalten. Es war die Aufgabe des Vortragenden, Zuhörer, die im Allgemeinen mit den gröberen Formverhältnissen des Gehirns vertraut waren, mit dem Wichtigsten bekannt zu machen, was über die feineren Verhältnisse ermittelt war. Es galt vor Allem diese Verhältnisse so darzustellen, dass sie, soweit dies bislang möglich, als ein Ganzes erschienen. Vieles Controverse konnte nur angedeutet werden, da und dort konnte bei zweifelhaften Punkten oft nur eine Auffassung Erwähnung finden, diejenige, welche mir nach eigenen Untersuchungen oder nach der Ansicht guter Autoren als die richtigste erschien.

Hier läge ein wunder Punkt der folgenden Darstellung, wenn sie irgendwie die Prätension hätte mehr sein zu wollen, als eine Einführung in die Lehre vom Bau des Centralnervensystems. Wer sich näher über das Gebiet unterrichten will, findet in der ausgezeichneten Darstellung von Wernicke, findet namentlich in den vorzüglichen Arbeiten von Meynert und Flechsig was er zunächst sucht und braucht. Ausserdem besitzen wir in der Bearbeitung des Quain-Hoffmann'schen Handbuches von Schwalbe eine sehr klare und ausführliche Darstellung des neueren Standpunktes der Hirnanatomie. Mit grossem Vortheil wird der Weiterstrebende auch die Darstellungen Henle's, die durchweg auf eigener Anschauung und Untersuchung basiren, benutzen. An der Hand dieser Bearbeitungen unseres Gebietes wird er leicht den Weg zu weiteren Quellen, zu den Arbeiten von B. Stilling, Kölliker, Gudden, Clarke und Anderen finden.

Der Verfasser hat bei seinen eigenen Arbeiten, deren ausführlichere Publikation noch nicht erfolgen kann, wesentlich die von Flechsig eingeführte Methode der Untersuchung befolgt und ist da und dort zu neuen, vom bislang Bekannten abweichenden Ansichten gekommen. Er hat aber geglaubt, in diese kleine Schrift die Resultate seiner eigenen Untersuchungen nur soweit einführen zu dürfen, als er sie geben konnte

ohne eine weitläufige Begründung und zahlreiche Abbildungen, die dem Plan und der Anlage der vorliegenden Schrift widersprochen hätten.

Autorennamen wurden, da eine Vollständigkeit im Rahmen der Vorträge nicht zu erreichen war, durchweg nicht oder fast nicht genannt; dagegen habe ich mich bemüht, in dem einleitenden Vortrag dem Verdienste der Männer gerecht zu werden, die den Bau schufen, dessen Grundlinien im Folgenden vorgeführt werden sollen.

Der Verfasser ist sich, wie Alle, die selbst auf dem schwierigen Gebiete der Hirnanatomie mit Hand angelegt haben, vollauf bewusst, dass es nur recht wenige Facta sind, die ganz fest stehen, dass kein Gebiet der Anatomie mehr dem Wechsel unterworfen sein wird, als das hier Vorgetragene. Er will deshalb schon jetzt, vor der Lektüre des Büchleins, den Leser darauf aufmerksam machen, dass möglicher Weise die eine oder andere Linie etwas allzu sicher und fest eingezeichnet wurde. Mit Absicht, nur im Interesse didaktischer Klarheit, ist das nirgends geschehen.

Frankfurt a. M. im Mai 1885.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

Erste Vorlesung.

Ueberblick über die Geschichte und die Methoden der Erforschung der nervösen Centralorgane.

Meine Herren! Die Anatomie des Centralnervensystems, mit deren Grundzügen Sie diese Vorlesungen bekannt machen sollen, hat seit der Rennaissance der anatomischen Wissenschaft das Interesse zahlreicher Forscher lebhaft in Anspruch genommen. Vesalius, Eustachio, Aranzio, Varolio, Fallopia haben die Grundlagen geschaffen, auf denen in späteren Jahrhunderten weiter gebaut werden konnte. Im 17. Jahrhundert erschienen schon grössere Monographien, welche mit Rücksicht auf die damalige Untersuchungstechnik fast als erschöpfend zu bezeichnen sind, so die Bücher von Th. Willis und von Raim. Vieussens. Wichtige Beiträge zur Hirnanatomie gaben damals noch F. D. Sylvius, J. J. Wepfer und van Leuwenhoeck, welcher letztere zuerst mikroskopische Untersuchungen des Gehirns anstellte. V. Malacarne in Italien, S. Th. v. Sömmering in Deutschland, Vicq d'Azyr in Frankreich trugen gegen Ende des vorigen Jahrhunderts wesentlich zur Vertiefung unseres Wissens vom Gehirn bei.

Als unser Jahrhundert anbrach, war der allgemeinen Formbeschreibung der Organe des Centralnervensystems kaum noch etwas Wesentliches zuzufügen. Trotzdem war man in dem, was wir heute als den wichtigsten Theil der Lehre vom Bau des Centralnervensystems bezeichnen müssen, in der Kenntniss vom feineren Zusammenhang der Theile, vom Faserverlauf, kaum vorwärts gekommen. Auch die vergleichend anatomischen Untersuchungen, die man gerade in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts aufnahm, brachten diese Lehre nicht vorwärts. Was noch auf wesentlich makroskopischem Wege zu erreichen war, haben Reil, Gall und Spurzheim, F. Arnold, C. B. Reichert, Foville, Burdach u. A. geleistet.

Man bediente sich, bis zur Mitte unseres Jahrhunderts etwa, ganz vorwiegend der anatomischen Zergliederung mit dem Messer und der Abfaserung gehärteter Gehirnstücke mit der Pincette. Namentlich Gall, Burdach, Reil, F. Arnold, Foville haben unter

Benutzung der letzteren Methode viel Neues entdeckt. Reichert's Verdienst ist es wesentlich, dass man auf dem Wege der Entwicklungsgeschichte die allgemein morphologischen Verhältnisse besser kennen lernte.

Seit aber Ehrenberg (1833) dargethan hatte, dass das „Seelenorgan" aus zahllosen allerfeinsten „Röhrchen" zusammengesetzt sei, seit Remak die Ganglienzellen genauer beschrieben (1833) und Hannover (1840) deren Zusammenhang mit den Nervenfasern nachgewiesen hatte, war es offenbar, dass die einfache Zerfaserung nicht im Stande sein könne, die erstrebte Einsicht in den Bau und Zusammenhang der Centralorgane zu verschaffen. Es ist das grosse Verdienst von B. Stilling, eine neue Methode eingeführt und geübt zu haben: die Anfertigung von dünnen Schnitten oder vielmehr ganzen Schnittserien, die in verschiedenen aber bestimmten Richtungen durch das Organ gelegt werden.[1]) Die so erhaltenen Präparate wurden genau durchforscht, ihre Bilder combinirt und so die Anordnung und der Aufbau des centralen Nervensystems reconstruirt. Durch diese Methode und durch die Studien, die er unter ihrer Benutzung anstellte, hat Stilling die Grundlage für die moderne Anatomie des Rückenmarks, der Oblongata, des Pons und des Cerebellum geschaffen. Am 25. Januar 1842 liess Stilling bei einer Kälte von -13^0 R. ein Stück Rückenmark frieren und machte dann mit dem Scalpell einen mässig feinen Querschnitt durch dasselbe. „Als ich diesen", schreibt er, „unter das Mikroskop brachte und bei 15facher Linearvergrösserung die prächtigen Querfaserstrahlungen (centralen Nervenbahnen) sah, da hatte ich einen Schlüssel gefunden, der die Gemächer zu dem wunderbaren Bau des Rückenmarks öffnete. Nicht froher hatte Archimedes sein *εὕρηκα* gerufen, als ich bei jenem Anblick ausrief."

Die Stilling'sche Methode ist die auch jetzt noch am meisten verwendete zur Untersuchung des Centralnervensystems. Sehr erleichtert wird ihre Anwendung durch die vorzügliche Härtung, welche nach den Angaben von Hannover und von Eckhardt die verdünnte Chromsäure und die Lösungen von chromsauren Salzen an den nervösen Centralorganen hervorbringen. Die Schnitte werden mittelst Rasirmessern aus freier Hand oder besser mit Mikrotomen gemacht, welche ein viel exacteres Schneiden und grössere gleichmässigere Schnitte ermöglichen. Um die Construction von hierzu geeigneten Mikrotomen haben sich Welcker, Rivet, Weigert, Thoma, Gudden u. A. verdient gemacht. Man kann jetzt ein ganzes menschliches Gehirn in eine Serie lückenloser Querschnitte von weniger als $^1/_{10}$ mm Dicke zerlegen.

---

1) Schon vor Stilling fertigte man dünne Schnitte des Centralnervensystems an (z. B. Rolando 1824), aber die Reconstruction der Organe mittels der Combination ausgedehnter Schnittserien versucht zu haben ist wesentlich Stilling's Verdienst.



Die erhaltenen Abschnitte können ungefärbt untersucht werden. Alles, was Stilling gefunden, wurde an solchen ungefärbten Präparaten gesehen.

Zweckmässiger aber ist es, sie zu färben. Es ist Gerlach's Verdienst, zuerst (1858) auf die Vortheile aufmerksam gemacht zu haben, welche man durch Tränken der Präparate mit Carmin erhält. Die spätere Zeit hat noch manche Färbemethoden hervorgebracht, namentlich wurden Anilinfarben (Nigrosin u. A.) benutzt. Aber wir haben erst in neuester Zeit durch Golgi (1883) eine Methode erhalten, welche für Ganglienzellen mehr leistet, als die alte Gerlach'sche. Dieselbe beruht auf der Herstellung eines Silberniederschlages im Protoplasma. Der Faserverlauf im nervösen Centralorgan wird durch Carminfärbung nicht sehr viel deutlicher. Dagegen gelingt es durch eine ausgezeichnete von Weigert (1884) herrührende Methode der Hämatoxylinfärbung, auch die feinsten Fäserchen tief blauschwarz zu färben und so der Stilling-schen Methode folgend ihren Verlauf leichter zu erforschen, als es früher möglich war.

Die gefärbten Schnitte werden seit den diesbezüglichen Angaben von Clarke (1851) in Alkohol entwässert und dann durch ein ätherisches Oel oder Xylol durchsichtig gemacht. Auch ungefärbte Schnitte enthüllen alle Feinheiten ihres Faserverlaufs, wenn man sie nach Henle und Merkel mit Xylol durchsichtig macht. Doch gelingt das nicht immer. Schöne Bilder kann man auch durch die Vergoldung der Nervenfasern (Gerlach, Flechsig, Freud u. v. A.), dann durch Osmiumsäurebehandlung (Exner) erhalten.

Der Stilling'schen Methode sind die meisten Forscher gefolgt, welche in der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts das Centralnervensystem untersuchten. Sie alle zu nennen ist hier nicht thunlich, sie alle, die durch eminenten Fleiss in vier Jahrzehnten den stattlichen Aufbau schufen, welcher heute die Anatomie des Centralnervensystems darstellt. Wollen Sie die Namen von Kölliker, Meynert, Henle, von Luys, Krause, Wernicke, Schwalbe, Huguenin und Kahler sich merken, von Männern, die grössere, auf eigener Untersuchung beruhende Darstellungen vom Bau des ganzen Centralnervensystems gaben. Gross ist die Zahl derer, die einzelne Abschnitte desselben durchforschten, über ihren Bau Klarheit schufen. Forel, Gudden, Mendel, Tartuferi, Schnopfhagen, Stilling der Sohn und viele Andere haben uns über das Zwischen- und Mittelhirn etwas aufgeklärt, Stilling dem Vater, Bidder und Kupfer, Clarke, Dean, Deiters, Duval, Laura, Leyden, v. Lenhossek, Schröder van der Kolk, Roller, Stieda und Anderen verdanken wir unsere Kenntnisse vom Mittel-, Hinter- und Nachhirn, sowie vom Rückenmark. Namentlich B. Stilling hat die Grundlage unseres Wissens von der Brücke, dem Cerebellum, der Oblongata und dem Rückenmark gelegt durch eine Reihe

grossartig angelegter und von nicht wieder erreichtem Fleisse zeugender Werke, die für immer ein monumentum aere perennius des grossen Casseler Arztes bleiben werden.

Es liegt im Wesen der Stilling'schen Methode begründet, dass die Verfolgung einer Nervenbahn auf lange Strecken hin nur sicher und möglich ist, so lange die sie zusammensetzenden Fasern nicht durch Ganglienzellen unterbrochen werden oder aus der Schnittebene abbiegen, so lange sie nicht in ein Fasergewirr eingehen oder sich aus einem Bündel in zahlreiche sich zerstreuende Fäserchen spalten. Auch im Rückenmark der kleinsten Thiere kommt kaum eine Faser vor, deren ganzer Verlauf in einer Schnittebene zu übersehen wäre, ja es ist geradezu die Regel im Centralnervensystem, dass die Bahnen von der Peripherie bis zum Centrum durch eingeschaltete Ganglienzellen unterbrochen, durch häufigen Faseraustausch schwer verfolgbar gemacht werden.

Man hat sich daher, nachdem man namentlich durch Stilling's Arbeiten angefangen hatte, sich etwas auf dem schwierigen Gebiete zu orientiren, nach weiteren Methoden umgesehen, welche ein Auffinden und Verfolgen der Faserbahnen gestatten. Bekanntlich hat Waller 1852 gezeigt, dass durchschnittene Nerven in ganz bestimmten Richtungen degeneriren. Nun fand Türk schon vorher (1850), dass auch die Unterbrechung der Leitung im Rückenmark zu Degenerationen führte, die nach aufwärts sich in anderen Fasersträngen fortpflanzten, als nach abwärts. Es gelang durch seine Arbeiten, sowie die von Bouchard, von Flechsig, Charcot und vielen Anderen nachzuweisen, dass im Rückenmark und im Gehirn ganz bestimmte Fasergebiete an immer den gleichen Stellen liegen, Fasern, welche, wenn sie degenerirt sind, auf die ganze Länge ihres Verlaufes hin sich vom gesund gebliebenen Gewebe abheben und so leicht ihrer Richtung entlang verfolgt werden können. Das Studium dieser secundären Degenerationen ist seitdem wichtig für den Fortschritt der uns beschäftigenden Lehre geworden. Seine Verfolgung verspricht noch reiche Ausbeute.

Das Fasergebiet, in dem eine solche Degeneration sich constant fortzupflanzen pflegt, nennt man auch ein Fasersystem. Eine Anzahl von Rückenmarkskrankheiten befallen, im Anfang ihres Auftretens oder immer, nur bestimmte Systeme, z. B. nur die Hinterstränge des Rückenmarks. Man nennt sie Systemerkrankungen. Auch die Untersuchung solcher Systemerkrankungen kann zur Erkenntniss des Faserverlaufes benutzt werden (Flechsig, Westphal, Strümpell). Durch genaues Studium pathologischer Veränderungen haben ferner noch Charcot und seine Schüler, besonders Pitres, Féré, Ballet, Brissaud u. A. befruchtend auf die Hirnanatomie gewirkt.

Es lag nahe, absichtlich ganz bestimmte Theile der Wurzeln oder des Rückenmarks z. B. zu durchschneiden und so durch die willkürlich erzeugte secundäre Degeneration weiter in den Bau einzudringen. Solche

Versuche wurden viele gemacht und manches Wichtige verdanken wir den Experimentatoren, welche so vorgingen. So wurden beispielsweise durch die Durchschneidungsversuche von Singer und von Schiefferdecker unsere Kenntnisse vom Verlauf der Nervenwurzeln im Rückenmark sehr bereichert.

Wenn man bei neugeborenen Thieren periphere oder centrale Nervensubstanz operativ entfernt, so entwickeln sich mit den verletzten Stellen im Zusammenhang stehende Fasern nicht weiter, gehen allmälig sogar ganz zu Grunde, wahrscheinlich weil die Markscheidenentwicklung sistirt wird. Diese Erfahrung hat Gudden (1870) benutzt, um uns mit einer neuen und viel versprechenden Untersuchungsmethode zu beschenken. Er hat beispielsweise die nach Exstirpation eines Auges im Gehirn entstehenden Atrophien auf Schnitten etc. verfolgt und so die nächsten centralen Endigungen des betreffenden Sehnerven aufgefunden. Der Gudden'schen Methode folgend ist Mayser den Bahnen des Ischiadicus im Rückenmark, Ganser dem Verlauf der vorderen Hirncommissur nachgegangen, hat Monakow unter Anderem die nach Durchschneidung eines Corpus restiforme auftretenden Atrophien untersucht.

Zuweilen bieten sich Fälle, wo die Natur gleichsam selbst ein Gudden'sches Experiment am Menschen angestellt hat. So konnte ich einmal die atrophischen Nervenbahnen, welche nach intrauteriner Amputation eines Armes zurückgeblieben waren, bis hoch hinauf in das Rückenmark verfolgen; ein andermal hatte ich Gelegenheit, das Nervensystem eines Kindes zu untersuchen, das vor oder doch bald nach der Geburt eine ausgedehnte Erweichung der Scheitellappenrinde bekommen hatte. Im Rückenmark fehlte die gekreuzte Pyramide ganz. Wenn später im Leben Trennungen peripherer Nerven vorkommen, wie das bei Amputationen geschieht, so werden die centralen Veränderungen nicht so deutlich, dass sie für das Studium des Faserverlaufes bislang verwendet werden konnten.

Die Lehre vom Faserverlauf hat durch die Methode der secundären Degenerationen und Atrophien einen guten Schritt vorwärts gethan. Noch förderlicher aber wurde ihr eine neue Methode, welche sich auf die Untersuchung der Markscheidenentwicklung gründete.

Es gebührt das Verdienst, diese Methode, welche mir als die heute fruchtbringendste und meistversprechende erscheint, in die Forschung eingeführt und mustergültig ausgenutzt zu haben, P. Flechsig. In einer Reihe von Mittheilungen (1872—1881), dann in einem grösseren Werk über die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark (1876) hat er gezeigt, dass die verschiedenen Faserzüge, welche auf dem Schnitt durch das Centralorgan des Erwachsenen so gleichartig aussehen, in der Embryonalzeit sich sehr wesentlich dadurch unterscheiden, dass sie zu verschiedener Zeit ihr Nervenmark bekommen. Ganze „Systeme“ auf dem Rückenmarksquerschnitt sind noch durchsichtig zu einer Zeit,

wo andere bereits weiss, markhaltig geworden sind. Die Verfolgung der weissen Partien auf Quer- und Längsschnitten ist sehr viel leichter, giebt sehr viel sicherere Resultate, als die Verfolgung von Nervenfaser-strängen am völlig ausgebildeten Organ.

Um Ihnen einen Begriff von den Eigenheiten der einzelnen bislang erwähnten Methoden zu geben, demonstrire ich Ihnen zunächst hier ein Präparat, das durch Abfaserung hergestellt wurde und den Verlauf der Balkenfasern im Grosshirn zeigt.

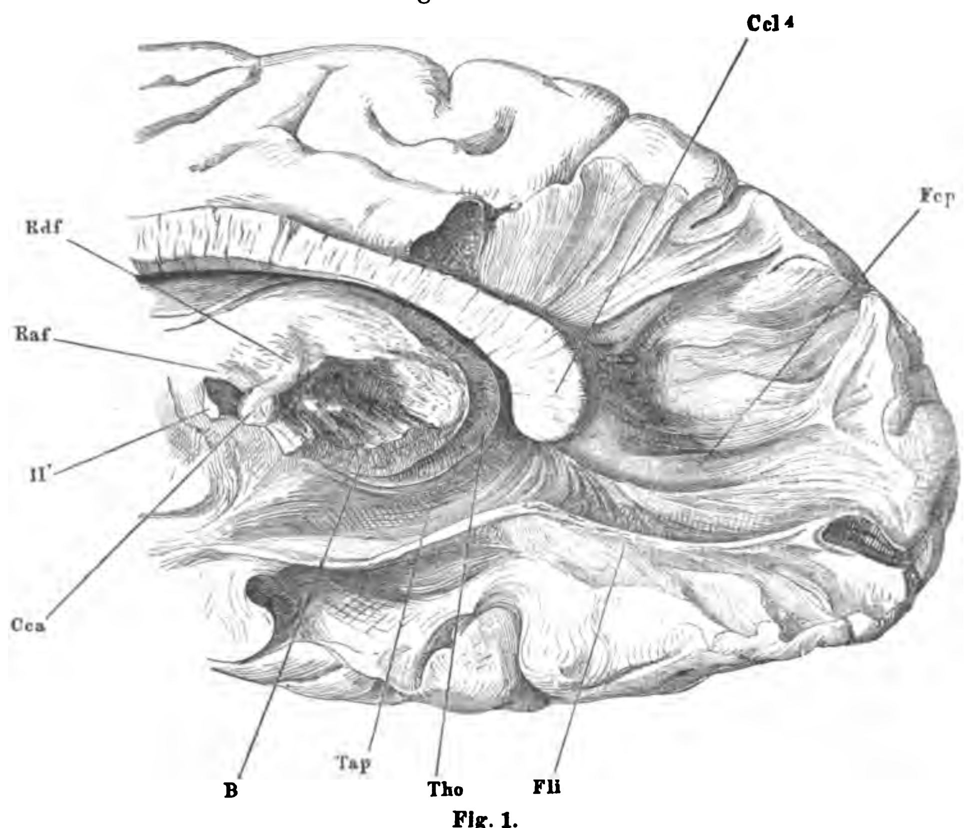


Fig. 1.
Die Faserung des Balkens, durch Abbrechen des erhärteten Präparates mit der Pincette dargestellt, nach Henle. Erklärung der Buchstaben s. Fig. 30.

Die folgende Zeichnung ist nach einem Frontalschnitt gefertigt, der durch das Grosshirn einer neunmonatlichen todtgeborenen Frucht gelegt wurde. Das ganze hier abgebildete Gebiet ist beim Erwachsenen von Nervenfasern erfüllt, die in mannigfacher Richtung verlaufend und sich durchkreuzend schwer zu verfolgen sind. Bei unserer Frucht aber ist von all den vielen Fasern des Grosshirns nur der eine als Haubenbahn bezeichnete Strang markhaltig. Nirgends im Grosshirn als an dieser Stelle finden sich markhaltige Nervenfasern. Deshalb ist es Flechsig zuerst gelungen, unter den vielen Bahnen des Grosshirns, die uns zum

Theil noch recht wenig bekannt sind, die Haubenbahn als distinctes Bündel zu entdecken und ihren Verlauf zum Theil klar zu stellen.

Die dritte Abbildung stellt einen Schnitt durch den Halstheil eines Rückenmarks dar, das einem Manne entstammt, der vor der Geburt den linken Vorderarm verlor. Sie sehen, dass die graue und die weisse Substanz, namentlich aber die erstere, links stark atrophisch sind. Die genauere Feststellung der Ausdehnung dieser Atrophie gestattete einen Schluss auf die Lage der centralen Enden der durchtrennten Nerven.

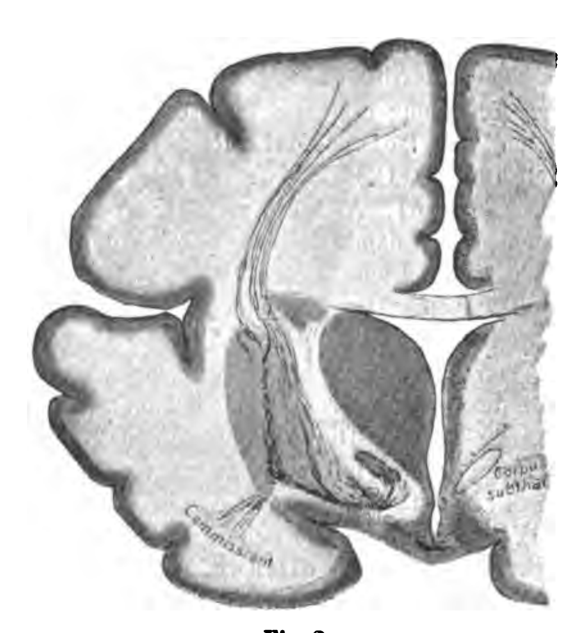


Fig. 2.
Frontalschnitt durch das hintere Ende der Fossa Sylvii am Gehirn einer neunmonatlichen todtgeborenen Frucht angelegt. Die markhaltigen Fasern schwarz gezeichnet. In Wahrheit heben sie sich weiss von grauem Untergrunde ab.

Somit hätten Sie die wichtigsten Methoden, welche zur Erforschung des Faserverlaufes dienen, kennen gelernt. Ich hätte nur noch nachzutragen, dass die ältere Abfaserungsmethode auch jetzt noch vielfach benutzt wird (Meynert, Henle). Von Stilling dem Sohne ist sie dadurch verbessert und leichter ausführbar gemacht worden, dass vor der Abfaserung das Bindegewebe mit Holzessig macerirt wird.



Fig. 3.
Schnitt durch das Halsmark eines 45jährigen Mannes, der mit einem kurzen Amputationsstumpf des linken Vorderarms zur Welt kam.

Die vergleichende Anatomie hat für die allgemeine Morphologie des Centralnervensystems viel, für die Lehre vom Faserverlauf noch relativ wenig Ausbeute ergeben. Speciell am Gehirn der Fische und Amphibien hat man Fragen von principieller Wichtigkeit zu lösen versucht. Verdient um die vergleichende Anatomie des Gehirns haben sich namentlich Leuret und Gratiolet, Meynert, Gottsche, Fritsch, Miclucho-Maclay, Rabl-Rückhard, Rohon, Stieda, Freud u. A. gemacht.

Was wir von der Entwicklungsgeschichte der uns hier interessirenden Organe wissen, verdanken wir wesentlich Kölliker, His, Tiedemann, Reichert, v. Mihalkovics, Götte, Dursy, Löwe, Shaw, Kollmann und Balfour.

Die Gewebelehre hat durch die meisten der vorgenannten Autoren Förderung erfahren. Ausser diesen möchte ich Ihnen noch die Namen von Betz, Boll, Rindfleisch, Stricker und Unger, M. Schultze, C. H. Major, Arndt, Bevan Lewis, Butzke, Jung und Fleischl, A. Key und G. Retzius, Obersteiner, Jolly nennen, ohne damit die lange Reihe derer ganz aufgezählt zu haben, welche ihren Fleiss diesem schwierigsten Theile der Histologie zugewandt haben. Den Zusammenhang von Ganglienzellen und Nervenfasern hat Rudolph Wagner 1850 festgestellt.

Von Zeit zu Zeit hat man versucht, das, was über die feinere Anatomie des Centralnervensystems bekannt war, in eine schematische Zeichnung zu fassen. Die ältesten schematischen Darstellungen der Hirnfaserung, welche mir bekannt wurden, finden sich bei Descartes in dem Tractatus de homine, der 1662 erschien.

Von neueren hierher gehörigen Arbeiten sind namentlich die Rückenmarksschemata von Kölliker, Ludwig, Bidder und Leydig, dann das berühmte Schema von B. Stilling zu nennen. Grössere Gebiete noch umfassen Zeichnungen von Meynert (vom Rückenmark bis zu den Vierhügeln), von Aeby und von Flechsig (das ganze Centralnervensystem).

In den folgenden Vorlesungen, meine Herren, wollen Sie an vielen Stellen Wort und Bild auch nur als eine Art Schema betrachten. Sie verfolgen nur den Zweck, Ihnen die wichtigsten Thatsachen aus der Lehre vom Faserverlauf im Centralnervensystem möglichst übersichtlich vorzuführen. Dabei ist vieles Controverse, das sich noch nicht in den Gesammtplan einfügen lässt, nur kurz gestreift, gar manches Detail nicht erwähnt. Ueberall, wo es anging, sind nicht nur die auf rein anatomischem Wege gewonnenen Linien gezeichnet worden, sondern auch die Bahnen, welche aus gut beobachteten pathologischen Facten erschlossen werden konnten. Ein Schema ist nicht immer und überall ein Bild vom Faserverlauf; es ist oft genug nur die graphische Darstellung der Schlüsse, welche aus zahlreichen Beobachtungen gezogen werden konnten.

Ein Schema ist ein schwankes Gebäude; es muss bald da bald dort ausgebessert werden; es wird oft genug des Niederreissens und des Wiederaufbauens einzelner Theile bedürfen. Man hat die Berechtigung bestritten, Schemata aufzustellen auf einem Gebiete, das noch so viele Lücken aufweist, wie unser Wissen vom Bau des Centralnervensystems. Lassen Sie es uns aber mit dem alten Burdach halten, der da 1819 schrieb: „Das Sammeln einzelner Baustoffe ist es doch nicht

allein, was Noth thut. In jedem Zeitraume, wo eine neue Masse derselben gewonnen worden ist, mögen wir von Neuem daran gehen, sie zum Gebäude zu fügen. Durch solche Gestaltgebung wird das Fortschreiten des Forschungsgeistes zu neuen Entdeckungen keineswegs gehemmt; vielmehr erfahren wir gerade erst, wenn wir das Ganze überschauen, die Lücken unserer Kenntnisse und lernen einsehen, welche Richtungen die Forschung künftig nehmen muss. Möge der Versuch eines solchen Baues sich immer wiederholen. Keiner geht vorüber, ohne dem Wissen förderlich gewesen zu sein."

Zweite Vorlesung.

Die allgemeinen Formverhältnisse des Gehirns.

M. H.! Wenn sich auch diese Vorlesungen nicht an den Anfänger, sondern an Hörer richten, welche bereits im Allgemeinen mit den gröberen Formverhältnissen des Gehirns bekannt sind, so wird es doch nicht ganz überflüssig sein, wenn Sie sich heute wieder einmal diese Verhältnisse als klares Bild vor ihrem geistigen Auge erstehen lassen. Die Umrisse der Karte, in die wir später alle die Punkte und Strassen, welche von Wichtigkeit sind, einzeichnen wollen, werden durch eine kurze Wiederbelebung des früher Erlernten nochmals zweckmässig fixirt.

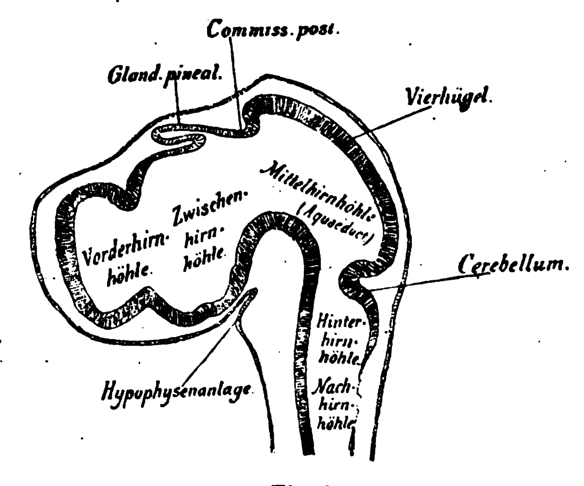


Fig. 4.

Längsschnitt durch den Kopf eines Hühnerembryos von 4½ Tagen. Die 5 Hirnblasen meist deutlich von einander abgegrenzt. Am Dache des Zwischenhirns eine Ausstülpung, welche später zur Glandula pinealis wird. Das Epithel des Gaumens stülpt sich nach der Hirnbasis zu ein und bildet so die erste Anlage eines Theiles der Hypophysis. Nach Mihalkovics.

Das hohle Medullarrohr des Embryo zeigt schon frühzeitig an der Stelle, wo sich das Gehirn entwickeln soll, drei bläschenförmige Ausbuchtungen, aus denen durch Theilung eine vierte und zuletzt durch Auswachsen der vordersten Blase eine fünfte Abtheilung, das (secundäre) Vorderhirn hervorgeht. Diese 5 Blasen heissen: Vorderhirn, Zwischenhirn, Mittelhirn, Hinterhirn und Nachhirn.

Die Vorderhirnblase, welche sich bald durch eine in ihrer Längsrichtung verlaufende Einstülpung von oben her in zwei Hälften (Hemisphären) theilt, wächst später immer weiter nach rückwärts und überdeckt so allmälig die meisten anderen Blasen. Sie sitzt schliesslich einer Klappe gleich über dem Zwischenhirn (Thalamus), dem Mittelhirn (Corpora quadrigemina) und dem Hinterhirn (Cerebellum und Pons).

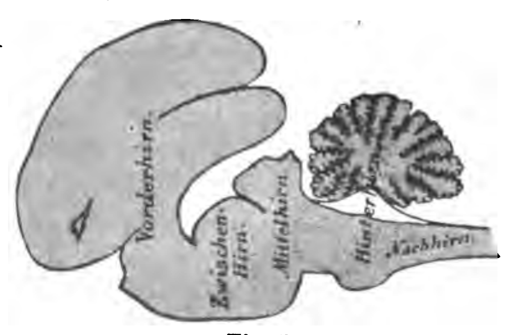


Fig. 5.
Längsschnitt durch das ganze Gehirn einer neugeborenen Katze; das Zwischen- und Mittelhirn vom Vorderhirn bedeckt. Vergr. 1:2.

Natürlich communiciren die Hohlräume der verschiedenen Gehirnblasen, welche später Ventrikel des Gehirns heissen, trotz dieser Rückwärtsbeugung der vordersten Blase weiter mit einander.

Die Einstülpung der Vorderhirnblase, welche zwei Hemisphären schafft, führt auch zu einer Theilung der Ventrikel in einen mittleren (Ventriculus medius) und zwei seitliche (Ventriculi laterales) Theile. Der nebenstehende Frontalschnitt durch das Gehirn eines menschlichen Embryo zeigt, wie das zu Stande kommt.

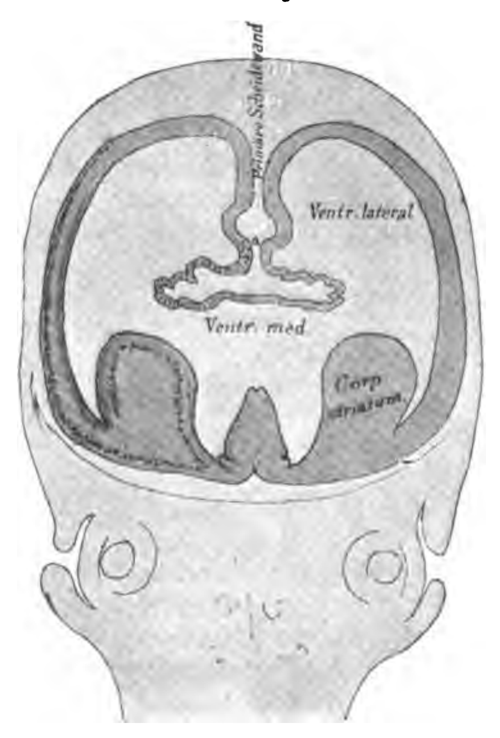


Fig. 6.
Frontalschnitt durch den Kopf eines menschl. Embryo von $2^1/_2$ Monaten, zeigt die Einstülpung der Vorderhirnblase (etwas schematisirt) und die Anlage des Corpus striatum. Zu beachten ist die Fortsetzung der Rindenschicht in das letztere, wo sie die Aussen- und Innenwand bekleidet.

Noch ein anderes wichtiges Verhältniss können Sie an ihm erkennen. Am Boden des Vorderhirnes liegt eine Verdickung der Wand desselben. Sie ist die erste Anlage des Corpus striatum. Diejenige Schicht der Hirnwand, welche später den Grosshirnfasern Ursprung giebt, ist bereits angelegt, und Sie sehen, dass sie sich auch in das Corpus striatum fortsetzt. In der That entspringen später nicht nur aus der Hirnrinde Nervenfasern, sondern auch aus der Innen- und der Aussenwand des Corpus striatum.

Viele Fasern, welche im Vorderhirn entspringen und zu tiefer gelegenen Theilen des Centralnervensystems ziehen, müssen, um dahin zu gelangen, mitten durch das Corpus striatum hindurch. Es wird dies daher von den durchpassirenden Fasermassen in zwei Theile gespalten, in einen äusseren und einen inneren. Man hat den ersteren Nucleus lentiformis, den letzteren Nucleus caudatus getauft. Die Faser-

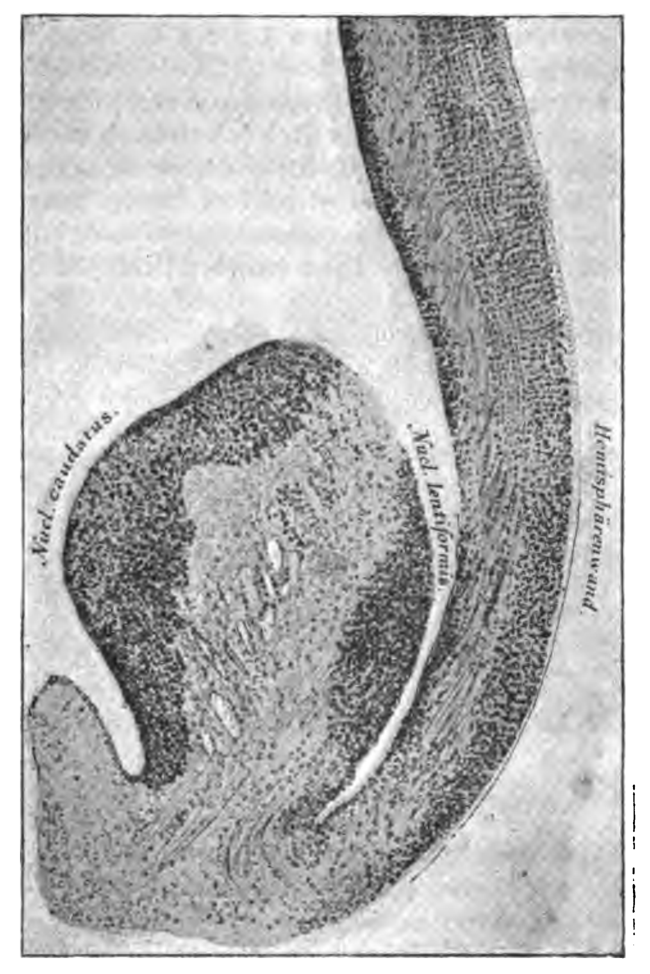


Fig. 7.

Frontalschnitt durch das Corpus striatum eines menschlichen Embryo von 16 Wochen. Zwischen der Anlage des Nucl. caudatus und des Nucl. lentiformis die Capsula interna, in welche auch von aussen Fasern aus der Hemisphärenwand gelangen. Man beachte die Anordnung der Zellen und den Verlauf der Faserung in dieser letzteren.

masse zwischen beiden hat den Namen Capsula interna empfangen. Beim Embryo von 4 Monaten ist die Theilung des Corpus striatum bereits deutlich, der Zusammenhang mit der Hemisphärenrinde aber schon verwischt, Nucleus lentiformis und Nucleus caudatus erscheinen als selbständige graue Massen. Fig. 7.

Das Corpus striatum liegt der ganzen Länge des Hemisphärenbodens an. Hinten ist es jedoch sehr schmal und bleibt eigentlich nur der innere Theil überall nachweisbar, der als Schwanz des Nucleus caudatus auf allen Querschnitten durch das Grosshirn getroffen wird. Der äussere Theil, der Nucleus lentiformis, ist bedeutend kürzer. Wie Sie sehen, ragt der Nucleus caudatus frei in den Ventrikel hinein. Auch der Nucleus lentiformis thut es anfangs. Im späteren Embryonalleben aber wird die schmale Spalte zwischen ihm und der Hemisphärenwand so eng, dass sie nicht mehr nachweisbar bleibt. Immer aber kann man die Hemisphärenwand, auch beim Erwachsenen noch, ohne Zerreissung von Fasern vom äusseren Rande des Nucleus lentiformis abziehen. Beim ausgewachsenen Gehirn kommt die Stelle des einstigen Spaltes sogar zuweilen zu wichtiger Geltung. Dort erfolgen nämlich ganz besonders leicht die Hirnblutungen und die austretende Blutmasse erfüllt, wenn sie noch nicht zu gross ist, den Raum zwischen Hemisphärenwand und Aussenglied des Linsenkerns.

Wenn die wichtigsten Gebilde des Vorderhirns angelegt sind, hat es das in beistehender Figur 8 wiedergegebene Aussehen. Es ist nach hinten ausgewachsen und auch nach unten hat es sich gekrümmt. Da wo innen in den hohlen Raum der Hemisphären das Corpus striatum hineinragt, hat sich die Aussenwand nicht so ausgedehnt, wie an den anderen Vorderhirntheilen. So ist im Verhältniss zur Umgebung dort eine Vertiefung aufgetreten resp. zurückgeblieben, die Fissura oder Fossa Sylvii. Leicht kann nun an den Hemisphären auch schon ein vorderer oder Frontallappen, ein hinterer oder Occipitallappen, zwischen beiden ein Parietallappen unterschieden werden. Der nach unten von der Fissura Sylvii liegende Theil der Hemisphärenwand heisst Temporallappen. Innen sind die Hemisphären hohl und folgt die Ventrikelhöhle natürlich der allgemeinen Hirnform. Man hat den Ventrikeltheil, welcher im Stirnlappen liegt, als Vorderhorn, den im Hinterhauptlappen als Hinterhorn und den im Schläfenlappen als Unterhorn bezeichnet.



Fig. 8.
Das Gehirn einer menschlichen Frucht aus dem vierten Schwangerschaftsmonate.

Weitere entwicklungsgeschichtliche Daten werden wir im Laufe dieser Vorlesungen kennen lernen. Lassen Sie uns jetzt an die Betrachtung der allgemeinen Formenverhältnisse herantreten, wie sie sich in der ausgebildeten Hemisphäre darstellen.

Ein frisches Gehirn wird auf seine Basis gelegt. Den grossen Hirnspalt, welcher die Hemisphären trennt, die Fossa Sylvii, welche mit der Ausbildung des Schläfenlappens entstand, werden Sie leicht auf-

finden. Da das Vorderhirn die meisten anderen Hirntheile überwachsen hat (s. Fig. 5), so könnte man sich diese letzteren von hinten her ansichtig machen, wenn man die Hemisphären aufhöbe, von ihnen abdeckte; auch dadurch könnte es geschehen, dass man die letzteren abtrüge, zum Theil entfernte. Dieser Modus bietet den Vortheil, dass wir auch die Seitenventrikel und das Corpus striatum besser zu Gesicht bekommen. — Gehen wir deshalb ihm folgend vor.

Das horizontal gelegte Messer durchzieht immer beide Hemisphären gleichzeitig und trägt von ihnen 2—3 mm dicke Platten ab. Die erste und die zweite dieser Platten enthalten sehr viel graue Rinde und relativ wenig von ihr umschlossene weisse Substanz, aber schon in der dritten Platte hat man beiderseits ein grosses weisses Markfeld mitten in der Hemisphäre blossgelegt, das Centrum semiovale. In ihm verlaufen alle Faserzüge, welche von der Rinde nach abwärts ziehen und ein Theil der Fasern, welche verschiedene Rindengebiete unter einander verbinden. Wenn man die Figur 6 betrachtet, sollte man erwarten, beim Weiterschneiden jetzt mitten zwischen beiden Hemisphären nur noch durch eine dünne Epithelschicht von den Ventrikeln getrennt zu sein. Dem ist aber nicht so. In einer späteren Embryonalperiode sind dicke Fasermassen quer über die Ventrikel von Hemisphäre zu Hemisphäre bei *a* der Fig. 6 gewachsen. So kommt man denn in der Tiefe des grossen Hirnspaltes nicht auf die Ventrikel, sondern auf den Balken (Corpus callosum), wie die Masse der Querfasern bezeichnet wird. Der Balken wird nun durchtrennt und nachdem auch in beiden Seitenhälften, was noch von weisser Substanz über den Ventrikeln stehen geblieben ist, entfernt wurde, vorn und hinten abge-

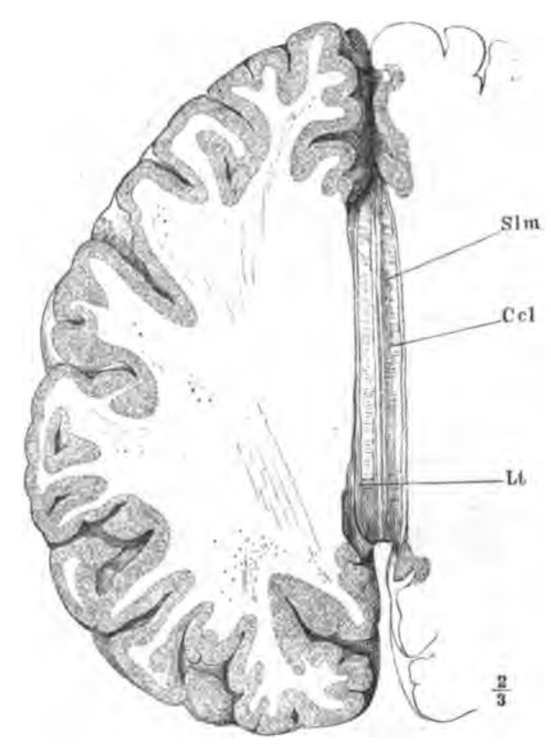


Fig. 9.
Vorderhirn von oben. Die Hemisphären auf das Niveau des Balkens (*Ccl* Corpus callosum = Balken) abgetragen. Der weisse Raum zwischen *Ccl* und Rinde ist das Centrum semiovale. *Lt* Ligamentum tectum, ein Theil der dem Balken benachbarten Hirnrinde; *Slm* Striae longitudinales mediales, weisse Längsfaserzüge, die sich mehrfach unter einander verflechten auf der Balkenmitte. Nach Henle.

schnitten. Dabei zeigt sich, dass er mit seiner Unterfläche an dünne weisse Faserzüge festklebt, welche die Ventrikelhöhle überspannend vorn und hinten in die Tiefe der Ventrikel hinabziehen. Sie gehören dem Gewölbe (Fornix) an. Nachdem auch sie durchtrennt und abgeschnitten sind, liegt die Hemisphärenhöhle bloss, oder ist doch nur noch von dünnem gefässreichem Gewebe bedeckt.

Man erblickt jetzt vorn den von ihrem Boden ausgehenden Nucleus caudatus; weiter nach hinten werden Theile sichtbar, die nicht mehr zu den Hemisphären gehören, das Zwischenhirn (Thalamus opticus) und das Mittelhirn (Corpora quadrigemina). Hinter diesem zeigt sich das Dach des Hinterhirns, das Cerebellum. Die Ventrikel selbst haben nicht mehr die einfache Gestalt, welche Sie vorhin am embryonalen Gehirn an ihnen erkannten. Der Hohlraum der Vorderhirnblase ist, wie oben erwähnt wurde, schon früh durch Einsenkung seines Daches in zwei Hohlräume, Ventriculi laterales, getheilt worden. Aus Gewebspartien, welche aus dem vorderen Theile der sich einsenkenden Wand stammen, bildet sich später eine bleibende Scheidewand zwischen den Hemisphärenhöhlen. Diese Scheidewand heisst Septum pellucidum und enthält in ihrer hinteren Partie die aufsteigenden For-

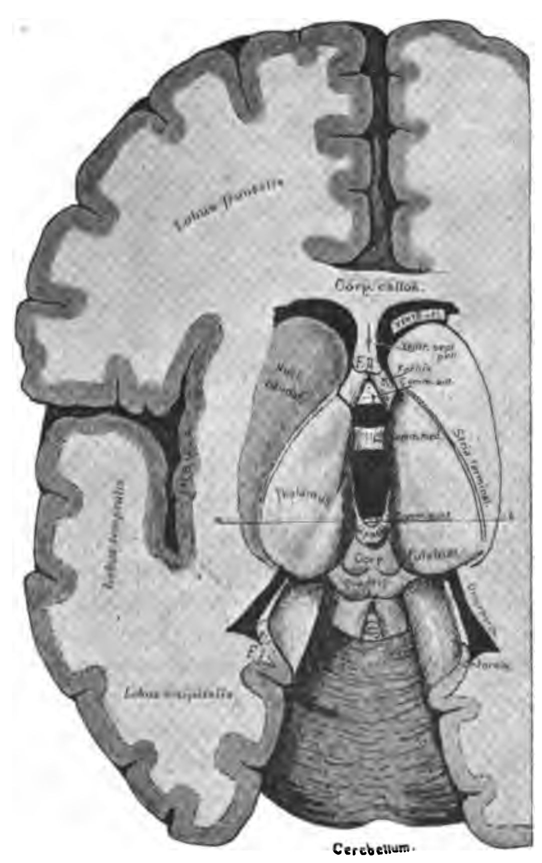


Fig. 10.
Das Gehirn von oben her durch einen Horizontalschnitt geöffnet. Die beiden Hemisphären etwas durch Zug von einander entfernt.

nixschenkel. Natürlich wird durch diese Wand, welche sich (ich bitte Sie, meine Herren, immer die vorstehende Figur 10 zu vergleichen) mitten in die Communication zwischen Vorderhirnblase und Zwischenhirnblase gestellt hat, dieser Communicationsweg gespalten in einen

der nach rechts und einen der nach links aussen am Fornix vorbei in die Seitenventrikel führt. Diese Communicationen heissen Foramina Monroi. Denken Sie sich auf der Figur 10 den ganzen Theil zwischen den Nuclei caudati einmal schwarz, als Ventrikelhöhle eingezeichnet, so haben Sie wieder den Zustand, wie er vordem in der Fötalzeit bestand, nämlich eine ungetheilte Communication zwischen Vorderhirnhöhle (jetzt Ventriculi laterales) und Zwischenhirnhöhle (Ventriculus medius), dem Hohlraum zwischen den Thalami optici. Die beiden Blätter, welche sich einstülpend das Septum bildeten, lassen zwischen sich einen kleinen Hohlraum, den Rest der primären Hirnspalte, den Ventriculus septi pellucidi.

Dem ganzen inneren unteren Rand der Hemisphäreneinstülpung entlang zieht ein ziemlich dicker weisser Faserzug, der Fornix. Er steigt von der Grenze zwischen Vorder- und Zwischenhirn her aus der Tiefe des Ventrikels rechts und links in die Höhe und zieht dann über das Zwischenhirn hinweg bis in die Spitze des Schläfenlappens hinein. Als wir den Balken wegnahmen, haben wir auch den mittelsten Theil dieses Fornixbogens entfernt. So sehen Sie nur vorn dicht am Septum pellucidum den aufsteigenden Theil des Bogens (Crura fornicis) und hinten den absteigenden, einen weissen Markstreif, welcher der Hemisphärenkante entlang den Schläfenlappen innen begrenzt. Wenn Sie die Punkte F' und F'' der Fig. 10 durch einen sanften über den Thalamus wegziehenden Bogen verbinden, so haben Sie den Verlauf des Fornix wiederhergestellt. An dem beistehenden medianen Längsschnitt durch ein embryonales Gehirn werden Sie sich leicht den Verlauf des Fornix klar machen können. Hinter dem Nucleus caudatus erblicken Sie an unserem Hirnpräparat den Thalamus opticus. Er gehört dem Zwischenhirn bereits an, aus dessen Seitenwänden er zum grössten Theil entstanden ist. Der Hohlraum zwischen beiden Thalamis, der Ventriculus medius, ist der Hohlraum der einstigen Zwischenhirnblase. Ihr Dach ist nur noch in dünnen Resten vorhanden, deren wichtigster die Glandula pinealis ist. Wie diese aus dem Zwischenhirndach durch Ausstülpung entstand, zeigte Ihnen oben Fig. 4. Auch die hinter der Glandula pinealis liegende Commissura posterior soll aus dem Zwischenhirndach hervorgegangen sein. Alles Uebrige, was früher die Zwischenhirnblase oben deckte, ist nur noch als dünnes Epithel eines den mittleren Ventrikel deckenden Blutgefässplexus vor-

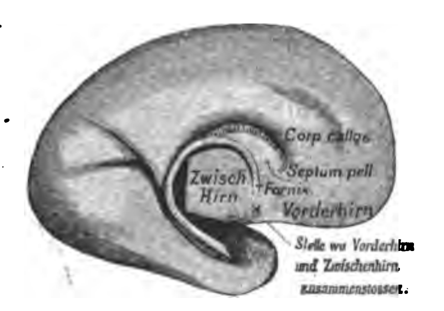


Fig. 11.
Innenansicht der auf Fig. 8 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weissen Markstreif des Fornix verdickt ist. Derselbe wird aber erst nach der Geburt markweiss.

handen. Der Boden des Zwischenhirns, der nach vorn natürlich mit dem Bodentheil des Vorderhirns (embryonale Schlussplatte genannt) nach hinten mit dem Mittelhirn zusammenhängt, besteht aus grauer, sich trichterförmig nach der Schädelbasis hinabsenkender Substanz. Diese Ausstülpung heisst Tuber cinereum, ihr Hohlraum Infundibulum, Trichter. In Fig. 10 ist sie nicht sichtbar, wohl aber auf dem Medianschnitt der Fig. 44. An seinem äussersten Ende ist das Tuber cinereum mit der auf Fig. 4 gezeichneten, ihm entgegenwachsenden Ausstülpung der Rachenschleimhaut zusammengewachsen. Später hat sich die letztere vom Pharynx abgeschnürt und ist in der Schädelhöhle geblieben, wo sie mit dem Tuberende zusammen den Hirnanhang oder die Hypophysis bildete, ein unregelmässig kugliches, kirschgrosses Gebilde, das durch einen dünnen Stiel an der Zwischenhirnbasis befestigt ist.

Der Thalamus ist durch ein Stria terminalis genanntes Faserbündel von dem Nucleus caudatus etwas geschieden. Besser als eine Beschreibung wird Sie hier ein Blick auf die Figuren über die Gestalt dieser beiden Ganglien orientiren. Die graue Masse des Thalamus ist von weissen Fasern (Stratum zonale), welche zum Theil zum Nervus opticus gelangen, überzogen. Einen Hauptursprungspunkt für diesen Nerven bildet eine Anschwellung am hinteren Theil des Thalamus, das Pulvinar. Aus diesem Ganglion und aus zwei Höckern, die auf seiner Unterseite liegen (Corpus geniculatum mediale und laterale), scheint bei bloss makroskopischer Betrachtung der Opticus zu entspringen und auch die mikroskopische Untersuchung hat gezeigt, dass er in der That von daher viele Fasern empfängt. Zwischen den Thalamis spannt sich ein zartes graues Blatt, die Commissura media aus. Ich habe sie nie vermisst, wenn beim Herausnehmen des Gehirns vorsichtig verfahren wurde.

Die Faserzüge aus den Hemisphären, welche zwischen diesen und dem Zwischenhirn in der Tiefe gelagert waren, treten jenseits des Zwischenhirns zum grossen Theil aus der Hirnmasse heraus und liegen dann als zwei dicke Stränge frei an der Unterfläche der folgenden Hirnabtheilung, des Mittelhirns. Sie heissen in ihrer Gesammtheit Hirnschenkel, Pedunculi cerebri.

Aus dem Dache der Mittelhirnblase sind die Vierhügel (Corpora quadrigemina) hervorgegangen, aus ihren Seitentheilen und ihrem Boden haben sich Theile entwickelt, die wir erst später genauer kennen lernen werden.

Von dem Corpus striatum ist, wenn das Gehirn von oben her, wie wir es eben gethan, geöffnet wird, nur der innere Theil, der Nucleus caudatus sichtbar, der äussere, der Nucleus lentiformis, liegt tiefer und ist von den Markmassen bedeckt, die über ihn weg in die Capsula interna ziehen. Man könnte ihn zu Gesicht bekommen, wenn man nach aussen vom Nucleus caudatus in die Tiefe ginge. Besser aber werden

Sie sich über seine Form orientiren, wenn ein Frontalschnitt quer durch das ganze Gehirn da gelegt wird, wo in Fig. 10 hinter dem dicksten Theil (Caput) des Nucleus caudatus der Thalamus beginnt, also dicht hinter den aufsteigenden Fornixschenkeln.

Es ist nicht sehr schwer, sich über das so entstehende Querschnittsbild zu orientiren, wenn Sie sich der in Fig. 6 gezeichneten Verhältnisse erinnern. Die Hirnwand ist wesentlich dicker als zur Fötalzeit, vom Boden her ragt aber noch wie auf jenem Schnitt das Corpus striatum in die Ventrikelhöhle. Der äussere Spalt ist jetzt verlegt, er ist in der Richtung der rechts punktirten Linie zu denken.

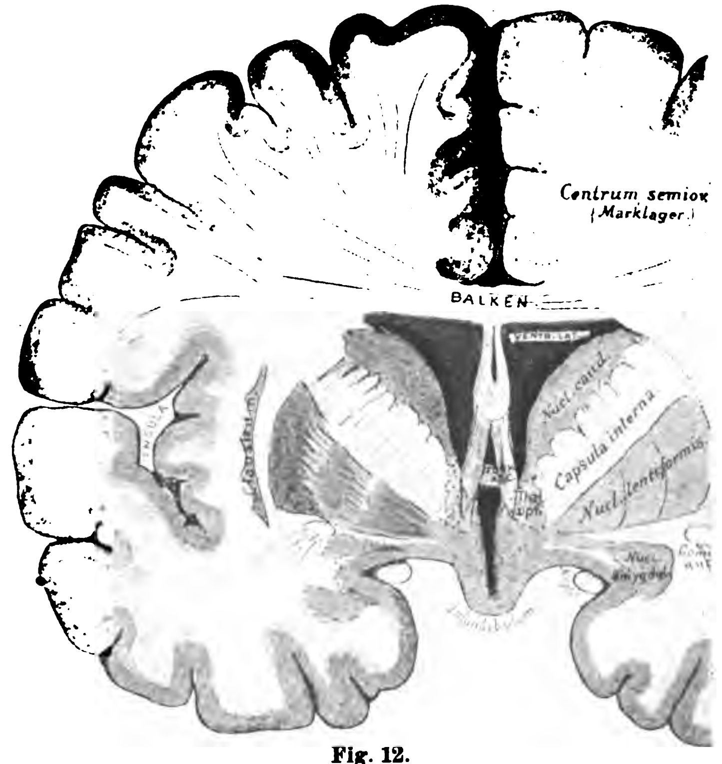


Fig. 12.
Frontalschnitt durch das Gehirn des Erwachsenen. Erklärung im Text.

In der Tiefe der grossen Hirnspalte wird, wie Sie sehen, der Ventrikel durch die dicke Querfaserung des Balkens gedeckt. Zu diesem steigen aus der Tiefe die zwei Fornixschenkel, zwischen den dünnen Blättern des Septum pellucidum den Ventriculus septi pellucidi frei lassend. Sie ragen frei in einen Hohlraum hinein, den Seitenventrikel. Dieser wird nach aussen begrenzt vom Corpus striatum. Gerade hier sehen Sie sehr schön, wie das Corpus striatum von den dicken Fasermassen der inneren Kapsel durchbrochen und anscheinend in zwei Ganglien getheilt ist. Im Linsenkern, also dem äusseren Theil des

Corpus striatum, unterscheiden Sie leicht drei Abtheilungen; nur das äussere dieser drei Glieder, das dunkler gezeichnete, Putamen genannt, ist gemeinsam mit dem Schwanzkern als Ursprungsgebiet von Fasern anzusehen. Die beiden inneren (Globus pallidus) sind in ihrer Bedeutung noch unklar. Der Globus pallidus besteht zuweilen aus drei und mehr Abtheilungen. Nach aussen von dem Linsenkern liegt noch eine dünne graue Masse in der Hemisphärenwand, die Vormauer, Claustrum. Der Raum zwischen ihr und dem Linsenkern heisst Capsula externa. Weiter nach aussen folgt dann die Rinde der Insel. Die graue Masse am Boden des mittleren Ventrikels gehört der Wand des Infundibulum, dem Tuber cinereum an. Man bezeichnet sie und ihre Fortsetzungen als centrales Höhlengrau. Zwischen den Fornixschenkeln sehen Sie Faserzüge, welche beide Hemisphären unter sich verbindend als vordere Commissur bezeichnet werden. Ihre Fasern krümmen sich, indem sie durch das Corpus striatum treten, nach rückwärts. So kommt es, dass wir dicht unter dem äusseren Gliede des Linsenkerns ihrem Querschnitte nochmals begegnen. Fig. 12 rechts u.

Ich kann Ihnen, meine Herren, nicht eifrig genug empfehlen, alle in der heutigen Vorlesung genannten Gebilde am frischen Gehirn aufzusuchen und sich über ihre Lage durch eigene Präparation zu orientiren. Die Darstellung durch Bild und Wort wird Ihnen hierbei wohl einen festen Anhalt geben; sie kann aber nie das ersetzen, was durch Studium am frischen Präparat gewonnen werden kann.

Gestatten Sie mir noch wenige Worte über die Farbenunterschiede, die Sie in der heutigen Stunde an unseren Hirnpräparaten bemerkt haben:

Das Gehirn ist aufgebaut aus Nervensubstanz und Bindesubstanz. Das Bindegewebe wird zunächst repräsentirt durch die Scheiden der zahlreichen Gefässe, welche als stärkeres Gerüst das Organ überall durchziehen, dann aber durch die Neuroglia [1]), zarteste Zellen mit einem Netz feinster Ausläufer, die sich mit denen der benachbarten Zellen zu einem engen Filz vermischen. Sie können ganz wohl dieses Gerüst mit einem Haufen zusammengeballter Kletten vergleichen, durch den einige dickere Stränge, die Gefässwände, durchziehen. In die freien Räume zwischen den Gliafäserchen sind die Nervenfasern eingebettet.

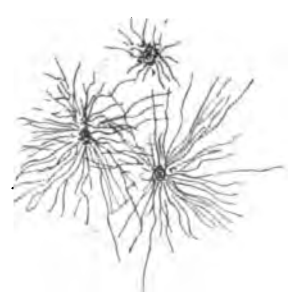


Fig. 13.
Isolirte Zellen der Neuroglia.

Die Nervensubstanz besteht aus 1. Ganglienzellen, 2. freien Axencylindern, welche von diesen ausgehen, 3. Nervenfasern, bestehend aus Axencylindern, die mit Mark, nicht aber mit Bindegewebsscheiden um-

1) Die Neuroglia gehört möglicher Weise zum Epithelialgewebe, ihre Entwicklung spricht dafür.

geben sind. Ausserdem kommen im Gehirn noch zahlreiche Zellen vor, von denen es unbestimmt ist, ob sie zur Nerven- oder zur Bindesubstanz zu rechnen sind.

Im Allgemeinen erscheinen die Theile, welche wesentlich nur aus markhaltigen Nervenfasern bestehen, weiss (weisse Substanz), diejenigen, in welchen die Neuroglia, die Ganglienzellen und Axencylinder vorherrschen, grau (graue Substanz). Die graue Substanz ist gefässreicher als die weisse. Sie verhält sich gegen empfindliche Reagentien im lebenden Zustande wie ein schwach saurer Körper.

Die dunkelrothe Lösung von Flavopurpurinnatrium wird durch die geringste Spur Säure goldgelb. Wenn man nun einem lebenden Thier diesen rothen Farbstoff in die Venen bringt, so wird die graue Substanz des Gehirns überall gelb, eben weil sie sauer reagirend gelbes Alizarin ausfällt. Ebenso wie die graue Substanz verhält sich, wie ich bei Versuchen mit Herrn Geh. R. Kühne sah, chemisch reines Globulin, Myosin und Serumalbumin gegen den Farbstoff.

Dritte Vorlesung.

Die Windungen und Furchen der Grosshirnoberfläche.

M. H.! Es ist noch nicht so lange her, dass die Anatomen wenig und die Aerzte gar kein Interesse der Lehre von der Gestaltung der Hirnoberfläche entgegenbrachten; noch ist nicht so gar viel Zeit verflossen, seit Ordnung gebracht wurde in das anscheinend so unregelmässige Chaos der Hirnwindungen, dass klare Abbildungen an die Stelle jener älteren Tafeln getreten sind, von denen ein Autor mit Recht sagt, dass sie eher eine Schüssel voll Maccaroni, als ein Gehirn darstellten. Für das menschliche Gehirn speciell ist das Interesse erst recht lebhaft geworden, als die Physiologie und bald genug auch die Pathologie gezeigt hatten, wie verschiedenartig Reizungen, Exstirpationen, Erkrankungen sich äussern, je nachdem sie die eine oder die andere Windung der Hemisphärenoberfläche treffen.

Es ist deshalb, meine Herren, durchaus nöthig, dass wir die Anordnung dieser Windungen und den Verlauf der Furchen, welche sie trennen, genau kennen lernen. Allein durch Wort und Zeichnung wird es mir nicht gelingen Sie so, wie es wünschenswerth ist, mit diesen Verhältnissen vertraut zu machen. Es ist auch hier nöthig, dass Sie ein Gehirn zur Hand nehmen und, meinem Vortrage folgend, Furche für Furche, Windung für Windung sich aufsuchen.

Die ursprünglich linsenförmigen Hemisphären wachsen, wie Sie wissen, nach vorn und hinten aus. Nur in der Mitte, da wo innen das Corpus striatum liegt, folgt die Wand nicht so rasch dieser Ausdehnung und geräth so allmälig mehr in die Tiefe. Die flache Depression, welche

so am Stammtheil der Hemisphäre entsteht, heisst später Fossa oder Fissura Sylvii und jene Partie, welche in der Grube liegt, der Stammlappen oder die Insula Reili. Die Insel ist also diejenige Rindenpartie, welche den Grosshirnganglien aussen anliegt. Sie ist anfangs noch ganz unbedeckt, wird aber später mehr und mehr von dem auswachsenden Grosshirn verborgen.

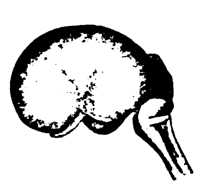


Fig. 14.
Gehirn einer menschlichen Frucht aus der 13. Woche.

Sie finden leicht am ausgebildeten Gehirn diese grösste seiner Spalten, die Fossa oder Fissura Sylvii auf und entdecken, wenn Sie dieselbe auseinanderziehen, in ihrer Tiefe die Insel, die, wie Sie dann sehen, von einer Anzahl senkrecht gestellter Furchen durchzogen ist. Im sechsten Schwangerschaftsmonat sind die Theile der Sylvischen Spalte, ein vorderer und ein hinterer, schon sehr deutlich. Das übrige Gehirn ist noch glatt. Vergl. Fig. 8.

Vom sechsten Fötalmonat ab treten auf der Hirnoberfläche durch locale Erhebungen der Hemisphärenrinde Furchen (Sulci oder Fissurae)

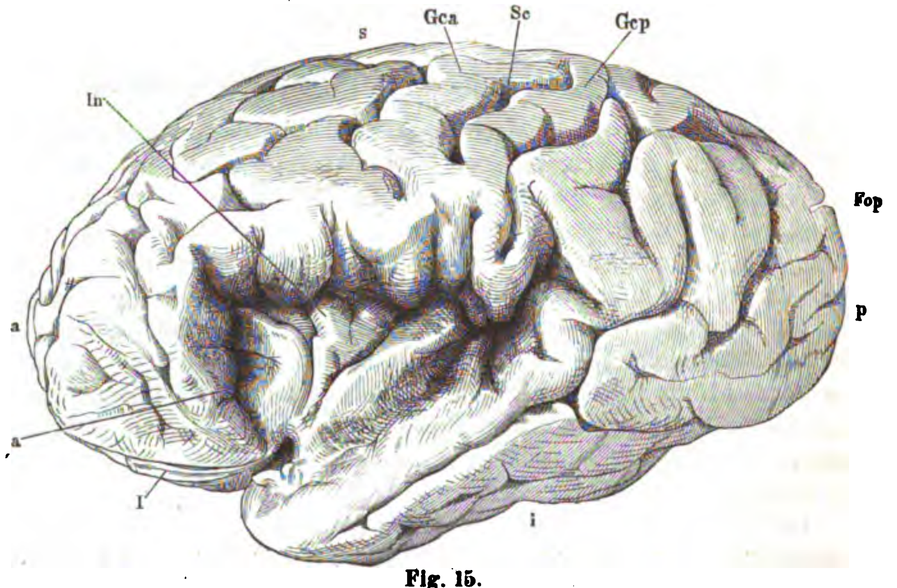


Fig. 15.
Die linke Hemisphäre mit auseinandergezogener Fissura Sylvii, um die Windungen der Insel *In* zu zeigen. *Fla* vorderer Schenkel der Fiss. Sylvii, *Sc* Sulcus centralis, *Gca*, *Gcp* Gyrus centralis anterior und posterior. *Fop* Fiss. parieto-occipitalis. Nach Henle.

auf, welche in den späteren Monaten sich mehr und mehr ausbilden, bis dann zur Zeit der Geburt fast alle Furchen und Windungen deutlich ausgeprägt sind, welche das Gehirn des Erwachsenen besitzen wird.

Die folgenden rein schematischen Abbildungen mögen Ihnen als Wegweiser beim Studiren der Hirnoberfläche dienen. Nur die wichtigeren constanten Windungen und Furchen sind darin aufgenommen.

Das einfache Schema Ecker's, welches sie wiedergeben, prägt sich leichter dem Gedächtniss ein, als Abbildungen der wirklichen Hirnoberfläche, welche alle die kleineren Windungen, die seichteren Furchen, welche inconstant sind, neben den tieferen constanten Gebilden wiedergeben. Wollen Sie zunächst die Fissura Sylvii aufsuchen. Sie trennt den grössten Theil des Schläfenlappens vom übrigen Gehirn. Man unterscheidet einen langen hinteren und einen kurzen vorderen, nach oben gerichteten Schenkel an ihr. Die Gehirnmasse, welche da liegt, wo jene zusammenstossen, deckt die Insel zu und heisst Operculum. In diesem Operculum beginnt eine wichtige Furche, die von da zur Hirnkante aufsteigt, aber von ihr sowohl als von der Fossa Sylvii noch durch Gehirnsubstanz geschieden ist, der Sulcus centralis, die Centralfurche. Suchen Sie sich diese auch in Fig. 16 auf. Sie trennt den

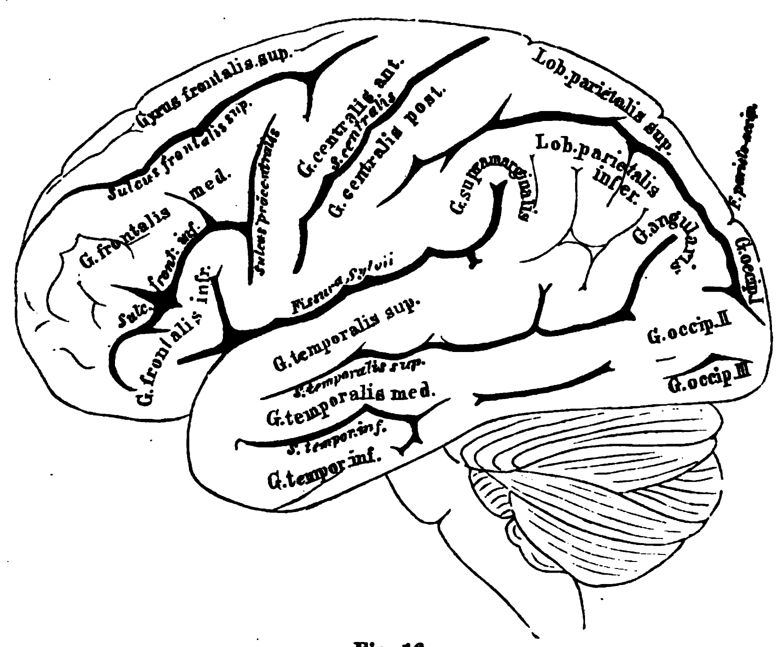


Fig. 16.
Seitenansicht des Gehirns (nach Ecker). Die Gyri und Lobuli sind mit Antiquaschrift, die Sulci und Fissurae mit Cursivschrift bezeichnet.

Lobus frontalis vom Lobus parietalis. Was nach unten von der Sylvischen Grube liegt, heisst Lobus temporalis. Vor dem Sulcus centralis liegt die vordere Centralwindung[1]), hinter ihm die hintere Centralwindung[2]). Das Gebiet vor der vorderen Centralwindung, der Stirnlappen, wird durch zwei Furchen, die obere und die untere Stirnfurche, in drei Windungen, die obere, mittlere und untere Stirnwindung getheilt. Diese Stirnwindungen sind nicht

1) Circonvolution frontale ascendente } der französischen Autoren.
2) Circonvolution pariétale ascendente }

immer in der ganzen Länge des Stirnlappens scharf von einander geschieden, da die Stirnfurchen oft genug nach kurzem Verlauf durch Querbrücken abgeschlossen werden. Sie finden leicht an jedem Gehirn diese drei neben einander liegenden Theile des Stirnlappens und bemerken wohl auch, dass die untere Stirnwindung (auch dritte Stirnwindung genannt) an der Bildung des Operculums Theil nimmt. Sehr oft schliesst sich hinten an die untere Stirnfurche noch eine senkrechte Furche an, welche die vordere Centralwindung nach vorn abschliesst und als Sulcus praecentralis bezeichnet wird.

Der Schläfenlappen ist von mehreren Furchen durchzogen, welche parallel mit der Fossa Sylvii laufen und eine obere (erste), mittlere (zweite) und untere (oder dritte) Temporalwindung mehr oder weniger scharf von einander trennen. Meist sind nur die beiden ersten in ihrer ganzen Länge deutlich abscheidbar.

Suchen Sie jetzt das Gebiet hinter der Centralfurche, nach oben vom Schläfenlappen auf; es heisst Parietallappen. In ihm wird

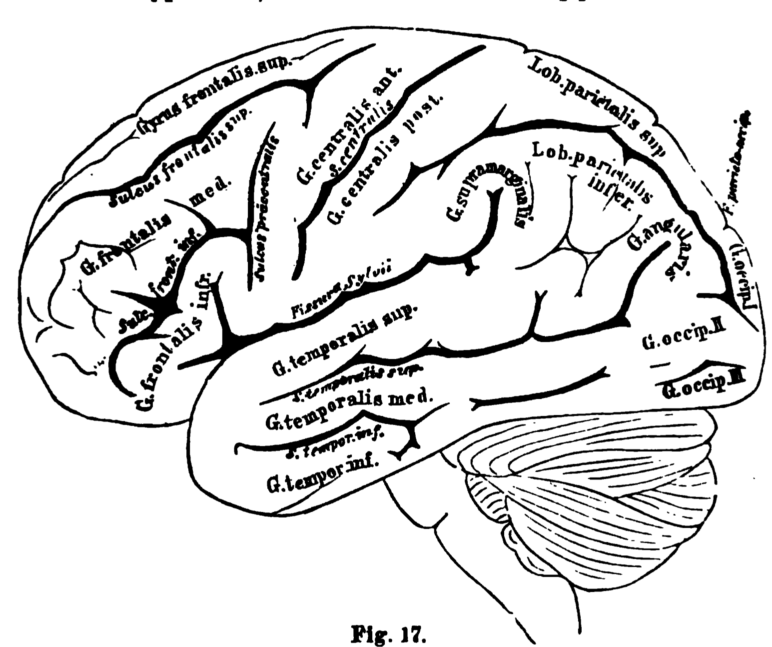


Fig. 17.
Seitenansicht des Gehirns (nach Ecker). Erklärung s. Fig. 16.

durch eine Furche, Sulcus interparietalis, welche im Bogen um die Enden der Fossa Sylvii und der ersten Schläfenfurche herumläuft, ein oberer und ein unterer Parietallappen abgeschieden. Der obere ist durch nichts vom grössten Theile der hinteren Centralwindung geschieden, wenn nicht, was übrigens oft vorkommt, ein Zweig des Sulcus interparietalis nach der Hemisphärenkante hinaufsteigt und so die Verbindung bedeutend verschmälert.

Den Theil des unteren Scheitellappens, welcher das Ende der Fossa Sylvii umkreist, nennt man Gyrus marginalis[1]), den dahinter liegenden Theil, welcher um die obere Schläfenfurche zieht, Gyrus angularis. Den ersteren sehen Sie an jedem Gehirn sofort, den letzteren Gyrus müssen Sie sich mit etwas mehr Mühe aufsuchen. Sie finden ihn in dem Raume, welcher von der Interparietalfurche nach oben, von der oberen Schläfenfurche resp. deren Ende nach unten abgeschlossen ist; eben um dieses Ende schlägt sich ja sein hinterer Theil herum.

Erwarten Sie übrigens, meine Herren, nicht immer die Interparietalfurche in ihrem langen Verlaufe ungetheilt zu finden. Gerade sie zerfällt oft genug durch meist in ihrem hinteren Drittel liegende Brücken in zwei, auch in mehr Theile. Ihr hinterer Theil liegt bereits im Occipitallappen.

Dieser Occipitallappen ist aussen nicht an allen Gehirnen so gleichmässig gefurcht, dass man immer die von den Autoren angegebene erste (obere), zweite (mittlere) und dritte (untere) Occipitalwindung leicht und ohne Künstelei wieder finden könnte. Nach dem Scheitellappen ist er oft durch eine vordere Occipitalfurche, welche senkrecht hinter dem Gyrus angularis aufsteigt (in der Figur nicht angegeben), nach dem Schläfenlappen durch eine horizontal in der Verlängerung der zweiten Schläfenfurche verlaufende untere Occipitalfurche geschieden. Der Winkel, den diese beiden zuweilen verschmelzenden Furchen mit einander bilden, begrenzt den Occipitallappen. Nach vorn oben hängt er mit dem Parietallappen zusammen. Diese Verbindung wird durch die Interparietalfurche, welche sie der Länge nach durchschneidet, in zwei Uebergangswindungen getheilt.

Haben Sie alle diese Furchen und Windungen gefunden, so schneiden Sie das Gehirn dem grossen Längsspalt zwischen den Hemisphären folgend mitten durch und studiren nun die mediale Seite desselben. Lassen Sie uns diese Gelegenheit benutzen, das Bild des Grosshirnlängsschnittes genau zu studiren, und betrachten Sie zunächst einmal diesen Schnitt durch ein embryonales Gehirn, das etwa dem Anfang des sechsten Monats entstammt. Sie erinnern sich aus der vorigen Vorlesung jener Einsenkung des Grosshirndaches, welche zur Hemisphärenbildung führte. Vorn im Schädel, wo nur Grosshirn liegt, geht diese Wand sehr tief herab; weiter hinten aber, wo das Grosshirn über das Zwischenhirn sich gelegt hat, kann sie nicht so breit sein, kann



Fig. 18.
Innenansicht der auf Fig. 8 abgebildeten embryonalen Hemisphäre; zeigt den inneren unteren Rand der Hemisphäre, welcher zum weissen Markstreif des Fornix verdickt ist. Derselbe wird aber erst nach der Geburt markweiss.

1) In Fig. 17 ist G. supramarginalis eingeschrieben.

sie natürlich nur bis an das Dach des Zwischenhirns reichen. Etwa dem vorderen Rand des Zwischenhirns entsprechend endet daher die Hemisphärenscheidenwand, welche zugleich die Hemisphäreninnenwand ist, in einem Bogen, wie Sie das an der vorliegenden Figur sehr gut sehen. Der untere Rand dieses Bogens, der also aus der Stelle entspringen muss, wo Grosshirn und Zwischenhirn zusammenhängen und dann weiter an der Hemisphäre bis in deren äusserste Spitze, den Schläfenlappen zu verfolgen ist, heisst später Fornix. Sie sehen den Verlauf dieses etwas verdickten Randes von der Tiefe zwischen Grosshirn und Zwischenhirn bis zur Schläfenlappenspitze.

Etwas über dem Fornix entwickeln sich aus der Scheidewand die beide Hemisphären verbindenden Balkenfasern in einer Linie, die zum Fornix in spitzem Winkel steht. Das Stück, das zwischen Balken und Fornix übrig bleibt, das also aus zwei dünnen Blättern der primären Hemisphärenscheidewand besteht, ist das Septum pellucidum. Das sind wichtige Verhältnisse, die ich Sie genau an den gegebenen Abbildungen zu studiren bitte. Sehen Sie sich auch deshalb nochmals den früher bereits demonstrirten Frontalschnitt an, welcher zeigt, wie die Einstülpung zwischen den Hemisphären sich bildet. Bei der Betrachtung desselben werden Sie es leicht verstehen, wieso nach aussen von Fornix und Septum, welche auf der Strecke unter *a* entstehen, die embryonale eingestülpte Hemisphärenwand sich nur als dünnes Epithel fortsetzt. Dieses Epithel überzieht später die seitlichen Adergeflechte, natürlich in Continuität mit dem Epithel des Fornix.

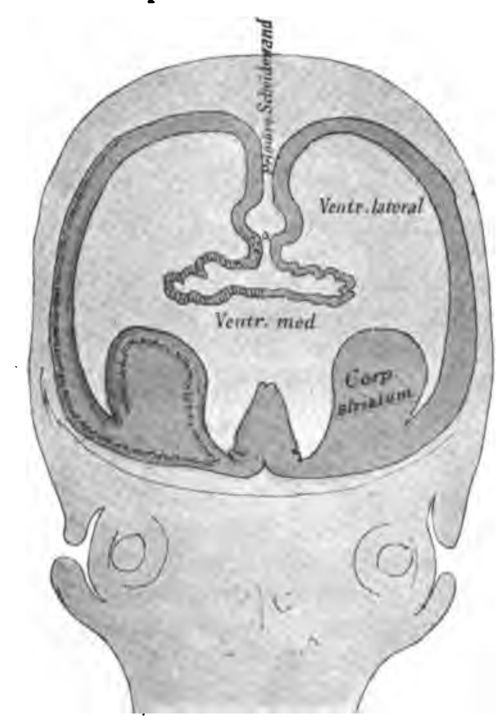


Fig. 19.
Frontalschnitt durch ein menschliches Gehirn aus dem dritten Schwangerschaftsmonat.

Der ganze Theil der Scheidewand, welcher über *a*, also über dem Balken liegt, ist von Rinde überzogen und bildet die Hemisphäreninnenwand im engeren Sinne.

So durch die Entwicklungsgeschichte orientirt, verstehen Sie leicht

den vorhin angefertigten Schnitt durch das Gehirn des Erwachsenen. An dem Präparat, nach welchem vorliegende Zeichnung gefertigt wurde, sind, ebenso wie an dem vorhin demonstrirten embryonalen Gehirn (Fig. 18), alle Theile, welche hinter der Mitte des Thalamus liegen, abgeschnitten, weil sie die Unterseite des Schläfenlappens verdecken und ein Verfolgen der Fornixzüge nicht gestatten.

Sie erblicken also jetzt auf dem Längsschnitte in der Mitte das Zwischenhirn, resp. den aus seiner äusseren Wand hervorgegangenen Thalamus opticus. An der Grenze zwischen ihm und dem Grosshirn steigt aus der Tiefe der Halbbogen des Fornix auf. Die horizontale Masse querdurchtrennter Fasern über ihm gehört dem Balken (Corpus callosum) an; an diesem erkennen Sie vorn das Knie, hinten das

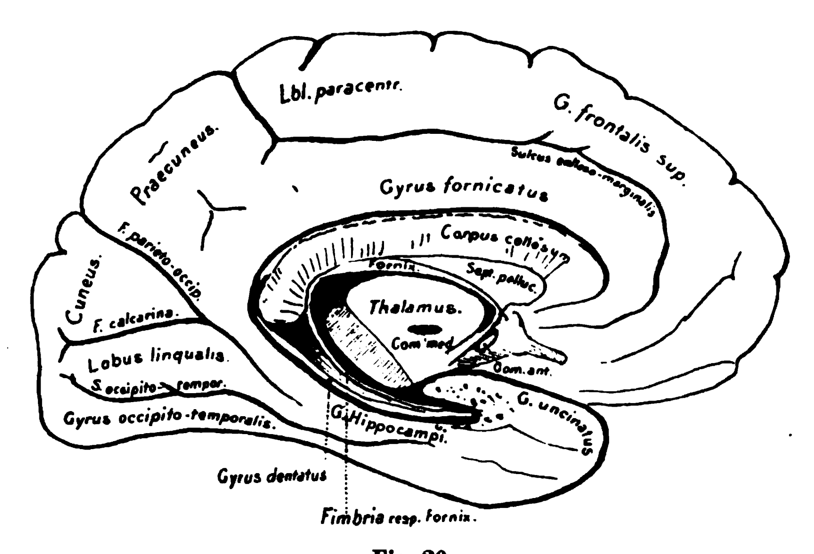


Fig. 20.
Längsschnitt durch die Mitte eines Gehirns vom Erwachsenen. Der hintere Theil des Thalamus, die Hirnschenkel etc., sind abgetrennt, um die Innenseite des Schläfenlappens frei zu legen.

Splenium und in der Mitte den Körper. Zwischen Balken und Fornix liegt das dreieckige Feld des Septum. Ausserdem erkennen Sie dicht vor dem Fornix unten die Commissura anterior und in der Mitte des Thalamus die Commissura media, beide natürlich auf dem Querschnitte.

Der Theil der Hemisphärenscheidewand, welcher über dem Balken liegt, ist von wenigen und ziemlich constanten Furchen durchzogen.

Zunächst zieht dem Balken parallel der Sulcus calloso-marginalis. Hinten wendet er sich nach oben zur Hemisphärenkante und endet dort in einem kleinen Einschnitt hinter der hinteren Centralwindung. Was nach vorn und oben von dieser Fissur liegt, rechnet man zur oberen Stirnwindung; der Windungszug, welcher zwischen ihr und dem Balken sich befindet, heisst Gyrus fornicatus. Ein Blick auf

ein Präparat oder auf unsere Abbildung zeigt Ihnen, dass der Gyrus fornicatus sich in seinem hinteren Theil nach oben hin verbreitert und über die Hemisphärenkante hinweg direkt in den Lobus parietalis superior übergeht. Diese Verbreiterung heisst Praecuneus. Direkt vor dem Praecuneus liegt eine Rindenpartie, welche aussen an beide Centralwindungen anstösst und diese unter einander verbindet. Sie wird als Paracentrallappen bezeichnet.

Hinten erreicht der Praecuneus sein Ende an einer tief einschneidenden, immer etwas auf die Aussenseite der Hemisphäre übergreifenden Furche, der Fissura parieto-occipitalis. Diese Fissura parieto-occipitalis greift manchmal sehr weit über die Innenfläche hinaus und verläuft als tiefe senkrechte Furche aussen über die Hemisphäre. Das ist namentlich häufig bei Idiotengehirnen der Fall.

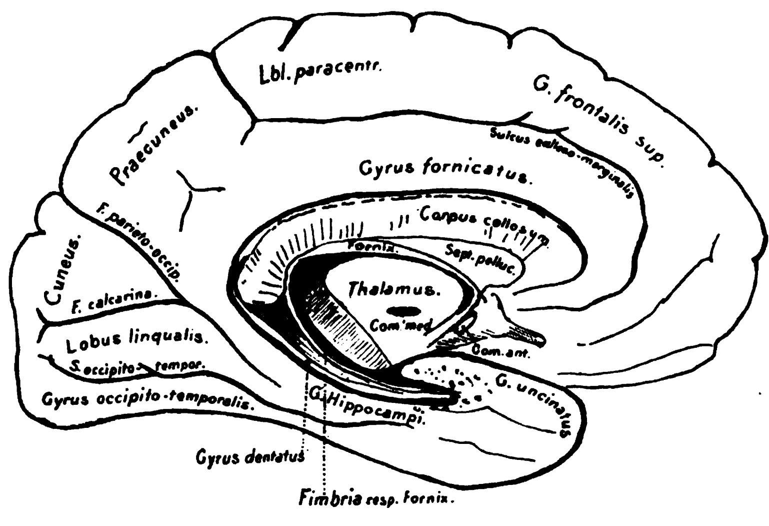


Fig. 21.
Erklärung s. Fig. 20.

In die Fissura parieto-occipitalis mündet in spitzem Winkel die Fissura calcarina. Diese Furche liegt gerade in der Aussenwand des früher genannten Hinterhorns des Seitenventrikels. Die durch sie eingestülpte Hirnwand markirt sich als länglicher Wulst in dem Hinterhorn. Dieser Wulst wird als Calcar avis oder als Pes hippocampi minor bezeichnet. Der dreieckige von den beiden letztgenannten Furchen eingeschlossene Rindentheil heisst Cuneus. Suchen Sie sich jetzt die Spitze desselben auf, so finden Sie oben oder auch mehr in der Tiefe eine kleine Uebergangswindung zum Ende des Gyrus fornicatus, der vorn an der Spitze des Keiles vorbeizieht. Behalten Sie diese ziemlich schmale Stelle des Gyrus fornicatus im Auge; Sie sehen, dass derselbe sich von da als sich rasch wieder verbreiternde Windung bis zur Spitze

des Schläfenlappens fortsetzt, wo er mit einer hakenförmigen Umbiegung, dem Uncus oder Gyrus uncinatus endet. Dieser Schläfenlappen-Antheil des Gyrus fornicatus heisst Gyrus Hippocampi. Von hinten mündet, wie Sie an der Figur gut sehen, noch ein kleiner länglicher Gyrus des Occipitallappens in den Gyrus Hippocampi, er heisst Lobus lingualis (zungenförmiges Läppchen).

Wie ich Ihnen vorhin gezeigt, bildet der Fornix den Rand der Hemisphäre. Die erste Windung nach aussen von diesem Rand, eine Windung, die also dem Fornix dicht anliegt, ist der eben genannte Gyrus Hippocampi. Nach innen von ihm liegt der Hohlraum des Ventrikels, das Unterhorn.

Der Gyrus Hippocampi kann als die Randwindung der Hemisphäre bezeichnet werden. Er ist noch von Rinde überzogen, aber jenseits, nach dem Unterhorn hin, hört die Rinde auf und es liegt dicht am Ventrikel das weisse Mark blos, nicht mehr grau überzogen, wie auf der ganzen Aussenseite des Gehirns. Dieses Mark, ein langer dünner weisser Streif, setzt sich direct nach oben in den Fornix fort; es heisst Fimbria (Fig. 10 *F''*).

Die Randwindung ist durch eine Furche ihrer äusseren Oberfläche, die Fissura Hippocampi, in den Hohlraum des Unterhorns vorgetrieben; der dadurch längs des ganzen Unterhornbodens entstehende Wulst führt seit Alters den Namen Cornu Ammonis oder Pes Hippocampi maior.

Dadurch, dass die Rinde des Gyrus Hippocampi, ehe sie überhaupt aufhört und das Markweiss frei lässt, noch durch jene Furche eingestülpt wird, entsteht ein eigenthümliches, etwas complicirtes Bild, wenn man sie quer durchschneidet. Ueber die Hirnoberfläche zieht die Rinde sonst continuirlich dahin, wie es auf Fig. 22a abgebildet ist, am Randwulst aber endigt sie, wie Fig. 22b es andeutet, nahe dem Ventrikel und lässt den weissen etwas umgebogenen Saum (die Fimbria) frei. Die Einstülpung, welche sie erfährt, ehe sie dort endet, soll Fig. 22b zeigen. Zwischen Gyrus Hippocampi und dem freien Markrand der Hemisphäre (Fimbria — Fornix) liegt aber noch ein kleiner bislang absichtlich unerwähnter Windungszug, der vom Balkenende hinab zur Spitze des Schläfenlappens zieht und also ebenfalls in die Configuration des Ammonshornes eingeht. Auf dem vorhin



Fig. 22a.



Fig. 22b.

demonstrirten Sagittalschnitt wollen Sie diese als **Gyrus dentatus**, sive **Fascia dentata** bezeichnete dünne Windung aufsuchen, um sich deren Lage zu Fornix und Ammonswindung ganz klar zu machen. Sie legt sich, wie Sie dort sehen, gerade vor die durch die Furche gebildete Einrollung der Ammonsrinde, deren Querschnitt also nicht durch Fig. 22b, sondern richtiger durch Fig. 23 wiedergegeben wird.



Fig. 23.

Das Ammonshorn ist also die Vorstülpung, welche im Ventrikel dadurch entsteht, dass der Gyrus Hippocampi durch die gleichnamige Fissura eingebogen wird. Dadurch, dass die Gyrusrinde gerade an dieser Stelle endigt, dadurch, dass der Hemisphärenrand als Fimbria und der Gyrus dentatus über dieser Einstülpung hin verlaufen, entsteht das complicirte Querschnittsbild des Cornu Ammonis.

Die Lage der Ammonswindung zum Unterhorn des Seitenventrikels wird durch Fig. 10, Fig. 21 und Fig. 40 klar.

Am frischen Gehirn wollen Sie an der Spitze des Schläfenlappens innen den Gyrus uncinatus aufsuchen und von da an den Gyrus Hippocampi nach oben verfolgen. Dann suchen Sie den leicht findbaren Bogen des Fornix über dem hinteren Theil des Thalamus und constatiren, wie er in die Fimbria übergeht, welche bis nahe an die Spitze des Cornu Ammonis als weisser Markstreif sichtbar ist. Schliesslich legen Sie einen Frontalschnitt an, der über die Lage der genannten Gebilde zum Unterhorn Aufschluss geben wird.

An der Basis des Gehirnes finden sich ausser der Fissura Hippocampi, die eigentlich der Innenseite angehört, nur noch wenige wichtige Furchen. An der Unterfläche der Stirnlappen liegen die **Sulci orbitales** und **olfactorii**. Die Windungen zwischen ihnen werden als Fortsetzungen der Stirnwindungen mit dem Namen der betreffenden an sie grenzenden Windung bezeichnet. Die Unterfläche des Occipital- und Temporallappens ist wesentlich in der Längsrichtung gefurcht. Eine dritte und vierte Temporalfurche lassen sich oft nachweisen. Die letztere, welche sich nach hinten bis in den Occipitallappen erstreckt, hat man **Fissura occipito-temporalis** genannt. Sie grenzt die Ammonswindung von den Windungen des Schläfenlappens ab. Die nach aussen von ihr liegende Schläfenwindung (die vierte Schläfenwindung) hat den Namen **Gyrus occipito-temporalis** erhalten.

Es liegt, meine Herren, nicht im Plane dieser Vorlesungen, die reiche Fülle von Thatsachen mitzutheilen, welche die Physiologie über die Functionen der einzelnen Hirntheile ermittelt hat. Die Lehre von

der Function der Hirnrinde ist noch durchaus im Werden begriffen, ist noch nach keiner Seite hin abgeschlossen. Ich muss aber auf die Lehrbücher der Physiologie hier verweisen, welche Ihnen vielfach mustergültige Darstellungen bieten. Im Allgemeinen kann man sagen, dass über die Erscheinungen, welche nach Verletzung der Rinde auftreten, mehr sicher gestellt ist für den Menschen als für das Thier. Das Folgende enthält eine nur ganz kurze Uebersicht dieser Symptome:

Störungen, welche den normalen Aufbau und das normale Functioniren der Hirnrinde treffen, erzeugen beim Menschen je nach der

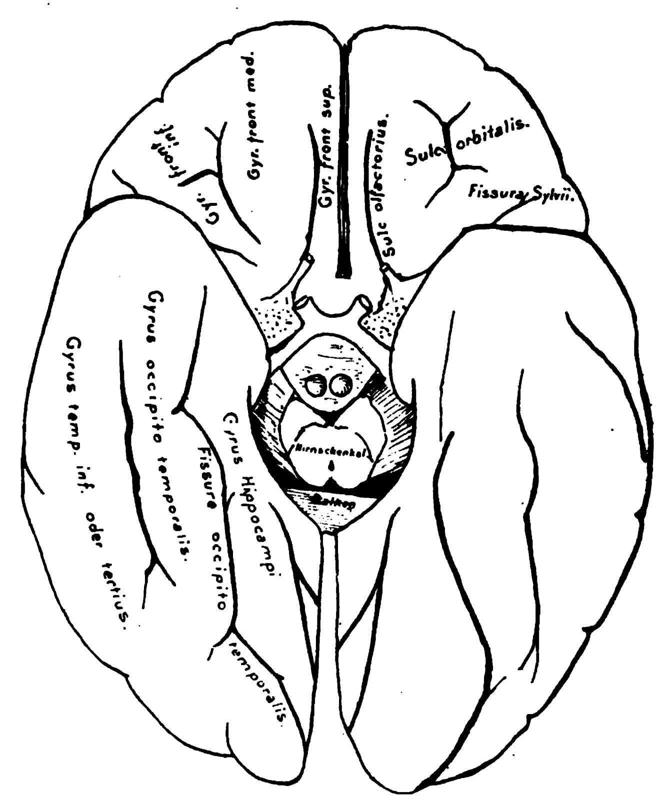


Fig. 24.
Die Windungen an der Hirnbasis (schematisirt) nach Ecker.

Stelle, wo sie sitzen, verschiedene Symptome. Es sind bislang schon mehrere hundert gut beobachtete Fälle von Rindenerkrankung bekannt und man kann durch Vergleichung der einzelnen untereinander zu folgenden Schlüssen kommen:

Von jedem Punkte der Hirnrinde aus können motorische Reizerscheinungen (von Zuckungen einzelner Muskeln bis zur Epilepsie) zu Stande kommen. Es existirt aber eine Zone des Gehirns, welche die beiden Centralwindungen umfasst, bei deren Erkrankung fast immer

Störungen der Motilität in der gekreuzten Körperhälfte auftreten. Diese Störungen zerfallen in Reizerscheinungen und Ausfallerscheinungen. Die Reizerscheinungen äussern sich durch Krämpfe, die Ausfallerscheinungen durch mehr oder weniger hochgradiges Unvermögen, die Muskeln durch den Willen in Bewegung zu setzen, oft nur durch ein Schwächegefühl oder durch Ungeschicktheit zu complicirteren Bewegungen.

Durch genaue Analysirung der bekannten Krankheitsfälle lässt sich feststellen, dass bei Erkrankung des oberen Theiles beider Centralwindungen und des Paracentrallappens vorwiegend in dem Beine die Bewegungsstörungen sich geltend machen, dass, wenn das untere Ende der Centralwindungen befallen ist, das Facialis- und das Hypoglossus-

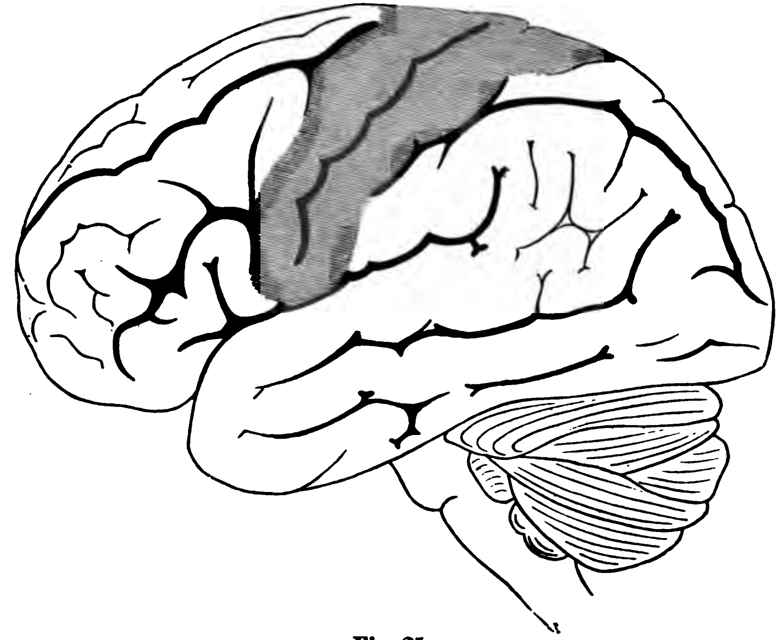


Fig. 25.
Seitenansicht des Gehirns. Das „motorische Rindenfeld" durch Schattirung hervorgehoben (nach Exner).

gebiet getroffen werden und dass Bewegungsstörungen in der Oberextremität, namentlich durch Erkrankung etwa des mittleren und eines Theiles des oberen Drittels der betreffenden Windungen erzeugt werden können. Die Trennung der einzelnen „Centren" von einander ist keine scharfe.

Vollkommene Zerstörung einzelner Theile der Centralwindungen kann beim Menschen zu dauernder Lähmung der mit ihnen zusammenhängenden Muskeln führen. Fast immer gerathen die gelähmten Muskeln in Contractur.

Erkrankungen, welche die Rinde der unteren Stirnwindung oder der Insel treffen, führen, wenn sie links sitzen, meist dazu, dass der

Befallene die Sprache mehr oder weniger vollkommen verliert, obgleich seine Sprechwerkzeuge noch ganz normal innervirt werden können und er Gesprochenes oft noch ganz wohl versteht. Das Verstehen des laut Gesprochenen scheint dann unmöglich zu werden, wenn die obere Temporalwindung zerstört ist.

Erkrankungen im Bereich eines Hinterhauptlappens können zu Sehstörung führen, welche sich als Sehschwäche oder Blindheit auf der äusseren Seite des Auges der erkrankten und der inneren Seite des Auges der gekreuzten Seite äussert (s. u.).

Die Sensibilität kann bei Hirnrindenerkrankungen auch leiden. Namentlich werden Gefühle von Taubheit, von Schwere, dann hochgradige Störungen des Muskelgefühles beobachtet. Für den Tastsinn ist es die Regel, dass er zunächst abgestumpft erscheint, so weit die Beurtheilung des Gefühlten in Frage kommt, dass aber doch ganz feine Reize als Tastreize erkannt werden, wenn sie nur recht einfacher Natur sind. (Berühren mit einer Flaumfeder, einer Nadelspitze etc.) Stellen der Hirnrinde, von denen aus häufiger als von anderen Störungen der Sensibilität entstehen, sind nicht sicher bekannt. Jedenfalls können bei Erkrankungen, die im Bereich der Centralwindungen und ihrer Nachbarschaft sitzen, Sensibilitätsstörungen auftreten.

Die Lähmungen, welche nur durch Erkrankungen der Hirnrinde entstehen, sind fast nie so complet wie die, welche durch Zerstörung der peripheren Nerven oder ihrer nächsten Enden im Rückenmark erzeugt werden. Bei Thieren gelingt es überhaupt nicht, durch Wegnehmen der Rinde in der motorischen Zone oder des ganzen Hirnstückes, welches diese Zone enthält, dauernde Lähmung zu erzielen. Wohl aber kann man bei ihnen durch Reizung der Hirnrinde an circumscripten Stellen fast jedesmal von der gleichen Rindenstelle aus die gleichen Muskeln zur Contraction bringen. Es ist verlockend, meine Herren, auf die Schilderung der merkwürdigen Störungen der Motilität, der Sensibilität, des Urtheils, des Willens und des Charakters näher einzugehen, welche nach ausgedehnten Zerstörungen der Hirnrinde, nach Wegnahme einzelner Rindenpartien oder gar ganzer Hirnlappen bei Thieren beobachtet werden. Ich muss mich aber damit begnügen Sie auf die Arbeiten von Fritsch, Hitzig, Munk, Ferrier u. A., namentlich aber auf die ausgezeichneten Schriften von Goltz zu verweisen.

So viel ist bislang durch die Versuche an Thieren und durch die Ergebnisse der Pathologie als festgestellt anzusehen, dass die eigentlichen motorischen Centren der peripheren Nerven tief unten, vom Mittelhirn bis zum Rückenmark sitzen, dass diese aber mit höher oben in der Hemisphärenrinde gelegenen „Centren“ derart verbunden sind, dass Reizung dieser Centren eine Bewegung auslöst.[1]) Darüber

1) Vergl. hierzu auch das in späteren Vorlesungen Dargelegte.

schwebt namentlich der Streit, von welcher Natur und Wichtigkeit der Einfluss der höheren auf die tieferen Centren sei. Deshalb bemüht man sich möglichst genau die Erscheinungen zu studiren, welche nach Wegnahme von Rindenpartien auftreten. Zweifellos ist auch die Dignität der Hirnrinde bei verschiedenen Thieren eine verschiedene. Während Wegnahme des ganzen Grosshirns bei niederen Thieren die Fähigkeit, gröbere Bewegungen mit guter Kraft auszuführen, nicht aufhebt, treten bei Säugethieren nach Zerstörung circumscripter Partien der motorischen Zone rasch vorübergehende Lähmungen auf und beim Menschen führt gar die Erkrankung auch relativ kleiner Theile der Rinde oft zu dauernden Lähmungen. Höchst wahrscheinlich handelt es sich um wesentlich sensorische Processe (im weitesten Sinne), welche sich in der Rinde abspielen.

Vierte Vorlesung.

Die Rinde des Vorderhirns und das Markweiss der Hemisphären, die Commissuren und der Stabkranz.

M. H.! Sie haben in der letzten Vorlesung die Form der Hirnoberfläche, die Furchen, welche sie durchziehen, die Windungen, die sich auf ihr erheben, kennen gelernt.

Die heutige Stunde soll sie näher bekannt machen mit dem Bau der Hirnrinde, sie soll Ihnen einen allgemeinen Ueberblick geben über die Verbindungen der Rindengebiete unter sich und mit tiefer gelegenen Gebilden.

Wir kennen den feineren Aufbau der Rinde nur erst in seinen Elementen. Noch fehlt uns das Wissen von den Verbindungen dieser Elemente unter einander und damit leider noch das eigentliche Verständniss für die anatomische Grundlage des grossen Seelenorgans. Es unterliegt kaum noch einem Zweifel, dass wir die Hirnrinde als Ganzes, als den Ort ansehen dürfen, wo sich die meisten derjenigen seelischen Processe abspielen, die uns zum Bewusstsein kommen, dass in ihr der Sitz des Gedächtnisses ist, dass von ihr die bewussten Willensacte ausgehen.

Die ganze Hemisphäre ist von der Rinde überzogen. Dieselbe hat an der Convexität überall fast den gleichen Bau. An ihrem Querschnitt sieht man bei stärkerer Vergrösserung Ganglienzellen und Nervenfasern in ungleicher Vertheilung in die Glia eingelagert. Zunächst unter der Pia mater liegt ein dichter Plexus feiner markhaltiger Nervenfasern (1 der Fig. 26), auf ihn folgt als zweite Schicht der Hirnrinde die „Schicht der kleinen pyramidenförmigen Zellen“. Sie ist von spär-

licheren Nervenfasern durchzogen, welche zum grössten Theil (oder alle?) aus der Tiefe zu ihr aufgestiegen sind. Im unteren Theil dieser Schicht liegt ein der Hirnoberfläche parallel ziehender Streif hellerer Rindensubstanz, den man auch mit blossem Auge an den breitesten Stellen der Rinde als helle verwaschene Zone sehen kann. In der dritten Schicht sind die aus der Tiefe aufstrebenden Fasern schon sehr viel reichhaltiger. Sie scheinen vielfach in grossen pyramidenförmigen Zellen zu enden. Aus diesen Zellen entspringen feine Fortsätze, welche nach oben weithin in die Schicht der kleinen Pyramiden verfolgt werden können. Nach allerdings nicht ganz unbestrittenen Angaben sind die grossen Pyramidenzellen in der motorischen Region ganz besonders gross. Sie haben übrigens ausser dem Basalfortsatz, der in eine Nervenfaser übergeht, und dem Fortsatz am oberen Pol, der sich bald verästelt, noch eine Anzahl seitlicher Basalfortsätze. Nicht alle diese Fortsätze sind auf dem beistehenden Schema eingezeichnet.

Fig. 26.
Schnitt durch die menschliche Grosshirnrinde. Schematisch, z. Th. nach Tuczeck.

Unter der Schicht der grossen Pyramiden liegt eine vierte Schicht kleiner Körner und Zellen von verschiedenen Formen. Manche, na-

mentlich die tieferen haben deutliche Pyramidenform. Diese Schicht ist dicht von den aus dem Hemisphärenmark, dem sie direkt anliegt, aufstrebenden Nervenfasern durchzogen.

Von grosser Wichtigkeit ist die Entdeckung von Tuczeck, dass bei der progressiven Paralyse der Irren zunächst das Netz der Nerven in Schicht 1 untergeht und dass dann successive auch die Fasern in den tieferen Schichten bis in die vierte hinein schwinden.

Die Nervenfasern in der Hirnrinde bekommen erst sehr spät ihr Mark. Es tritt im neunten Fötalmonat zuerst in einigen Windungen auf; in den Centralwindungen entwickelt sich die Markscheide erst nach der Geburt. Soltmann konnte bei neugeborenen Thieren durch Reiz der Rinde noch keine Zuckungen in den Gliedern hervorbringen. Bei Katzen, die bereits 14 Tage geboren sind, finde ich im ganzen Grosshirn noch keine einzige markhaltige Nervenfaser. Auch im Zwischenhirn sind noch keine vorhanden. In Medulla oblongata und Rückenmark sind aber mit Ausnahme der Pyramidenbahn (s. u.) alle Fasersysteme bereits vom Markmantel umgeben.

Die physiologische Untersuchung der Hirnfunctionen solcher Thiere wäre von grösstem Interesse. Es ist zu vermuthen, dass sie sich wie Thiere verhalten, denen man das Vorderhirn genommen hat.

Die Hirnrinde ist nicht an allen Stellen der Oberfläche gleich gebaut. Namentlich bietet die Rinde der Spitze des Hinterhauptlappens und der Gegend der Fissura calcarina eine andere Schichtung und Anordnung ihrer Zellelemente als die bisher geschilderte. Auch mit blossem Auge ist dieser Unterschied auf Querschnitten durch diese Rindenpartie wohl erkennbar. Doch würde uns ein näheres Eingehen auf diese Differenzen, die ihrer Bedeutung nach noch ganz unverstanden und unvermittelt dastehen, hier zu weit führen.

Unter der Rinde liegt das Markweiss der Hemisphäre. Das gleichmässige Weiss, welches ein Schnitt durch das Centrum semiovale dem blossen Auge bietet, wird vom Mikroskope aufgelöst in eine grosse Anzahl sich in mannigfachen Richtungen kreuzender, meist nur schwer zu verfolgender Fasern. Versuchen wir es uns unter diesen, soweit dies bislang möglich, zu orientiren.

Wenn Sie Schnitte durch das frische Gehirn eines neugeborenen Kindes machen, so sehen Sie, dass unter der Rinde fast überall eine eigenthümliche grauroth durchscheinende Masse liegt, in der nur an einer schmalen Stelle, unter dem oberen Theil der hinteren Centralwindung und in ihrer Nachbarschaft, weisse Nervenfasern zu finden sind. Erst im Laufe der ersten Lebensmonate umgeben sich auch andere Nervenbahnen mit Mark; zunächst meist solche, die von der Rinde nach abwärts ziehen, bald aber auch Züge, die einzelne Rindengebiete mit einander verknüpfen. Die letzteren, die Fibrae propriae der Rinde, sind am ausgewachsenen Gehirn ungemein zahlreich, überall spannen sie sich von Windung zu Windung, zur zunächstliegenden und zu entfernteren, ganze Lappen verbinden sie unter einander. Der Gedanke liegt nahe, dass diese „Associationsfasern" erst durch die Ein-

übung zweier Hirnstellen zu gemeinsamer Action entstehen, respective sich als deutlich markumgebene Züge aus der indifferenten Nervenfasermasse herausbilden, wenn sie häufiger als andere Züge in Gebrauch genommen werden. Die Associationsfasern liegen zum grossen Theil dicht unter der Rinde, zu einem anderen Theil im Marklager der Hemisphären. Dies Fasersystem ist, wie Sie sehen, durchaus geeignet, alle Theile des Gehirns unter einander in Verbindung zu bringen. Die mannigfachen Associationsvorgänge im Denken, in der Bewegung und der Empfindung, denen das Gehirn dient, finden möglicher Weise hier ihr anatomisches Substrat. Nicht unwahrscheinlich ist es, dass diese Fasern bei der Ausbreitung des epileptischen Anfalls eine wichtige Rolle spielen.



Fig. 27.
Schema der Fibrae propriae der Rinde.

Es ist möglich, bei Thieren durch Reizung einer Rindenstelle zunächst Zuckungen in den hierher gehörigen Muskeln, bei Steigerung des Reizes Krämpfe in der ganzen betreffenden Seite hervorzurufen; Krämpfe, deren Verlauf der Anordnung der betreffenden Centren in der Hirnrinde entspricht. Bei der Ausbreitung dieses Reizes wird nie ein benachbarter motorischer Punkt übersprungen. Die Krämpfe befallen, wenn sie sich völlig über die eine Körperhälfte verbreitet haben, unter Umständen (Intensität des Reizes, Disposition des Versuchsthieres) die andere Hälfte. Exstirpation der einzelnen motorischen Centren bedingt eine Ausschaltung der betreffenden Muskelgruppen aus dem Krampfbilde. Es ist nicht nöthig, dass die Rindenstelle, von der ein solcher Krampfanfall ausgelöst wird, gerade der motorischen Region angehört. Die erzeugten Krämpfe haben die grösste Aehnlichkeit mit dem Bilde der partiellen oder allgemeinen Epilepsie beim Menschen. Bei diesem kennt man, seit den Arbeiten von Hughlings Jackson namentlich, Epilepsieformen, welche mit Zuckungen oder Krämpfen in einem Gliede beginnen und sich zuweilen über mehrere Glieder oder den ganzen Körper verbreiten, im letzteren Falle das ausgeprägte Bild des epileptischen Anfalles darstellend. Das Bewusstsein schwindet, so lange der Anfall partiell bleibt, durchaus nicht immer. Nach dem Anfalle bleiben zuweilen Lähmungen, meist in dem zuerst betroffenen Theil localisirt, zurück. Diese partielle oder Rindenepilepsie ist nicht von der klassischen Epilepsie zu trennen. Die letztere stellt wahrscheinlich nur eine in ihren ersten Anfängen rascher verlaufende Form dar.

Doch ist es nicht nöthig, dass die Ausbreitung eines Reizes von einer Rindenstelle auf eine andere oder auf das ganze Gehirn gerade auf dem Weg der Fibrae propriae erfolgt. Gar manche Wege bieten sich dar; so der durch das feine Nervennetz an der Oberfläche der Rinde, dann kann ja auch die ganze Rinde gleichzeitig beeinflusst werden durch eine Schwankung des Blutgehaltes ihrer Gefässe und auch der anderen Wege liesse sich noch mancher finden.

Die Verfolgung der Fibrae propriae zwischen zwei benachbarten Rindenbezirken ist, wenn man sich der Abfaserungsmethode bedient, nicht allzu schwer. Die Darstellung der Verbindungen weiter von einander liegender Rindengebiete ist viel schwieriger und führt gar

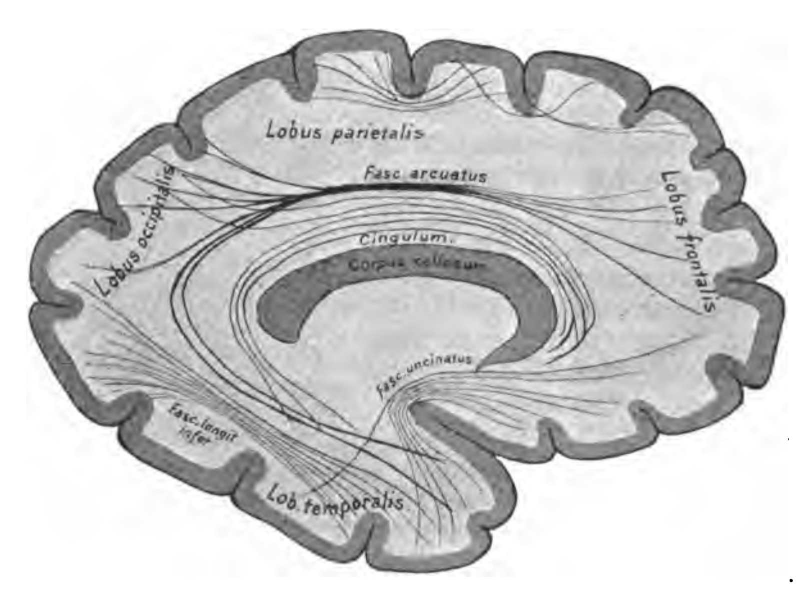


Fig. 28.
Schematische Darstellung eines Theiles der Associationsfasern einer Hemisphäre.

leicht zu Kunstproducten, welche nur zum Theil dem wirklichen Faserverlauf entsprechen. Einigermassen sicher sind nur wenige Züge zu verfolgen. So das Hakenbündel, Fasciculus uncinatus, das Bogenbündel, Fasciculus arcuatus, das untere Längsbündel, Fasciculus longitudinalis inferior, die Zwinge, Cingulum und wenige andere. Den Verlauf dieser Züge mögen Sie aus vorstehendem Schema ersehen. In diesen grösseren Associationsbündeln sind übrigens nur ganz wenige ganz lange Fasern enthalten. Sie setzen sich vielmehr aus zahlreichen verschieden langen von Strecke zu Strecke in gleicher Richtung laufenden Fasern zusammen. Zu diesen Zügen, welche Theile einer Hemisphäre unter sich verbinden, kommen weiter Fasern, welche Theile einer Hirnhälfte mit den correspondirenden der anderen Hälfte ver-



Fig. 29.
Frontalschnitt durch das Vorderhirn. Schema des Verlaufes von Balken und Commissura anterior.

knüpfen. Diese Fasern verlaufen fast alle im Balken und in der vorderen Commissur, also quer durch beide Hirnhälften, von einer zur anderen ziehend.

Indem ich die makroskopischen Verhältnisse des Balkens, seine allgemeine Gestalt da wo er frei von anderer Hirnmasse ist, bei Ihnen, meine Herren, als bekannt voraussetze, bleibt mir nur wenig zur Erläuterung der vorstehenden Figur 29 zu sagen übrig.

Sie müssen sich denken, dass gerade wie auf diesem etwa durch das Chiasma geführten Schnitte die Balkenfaserung querziehend zu sehen

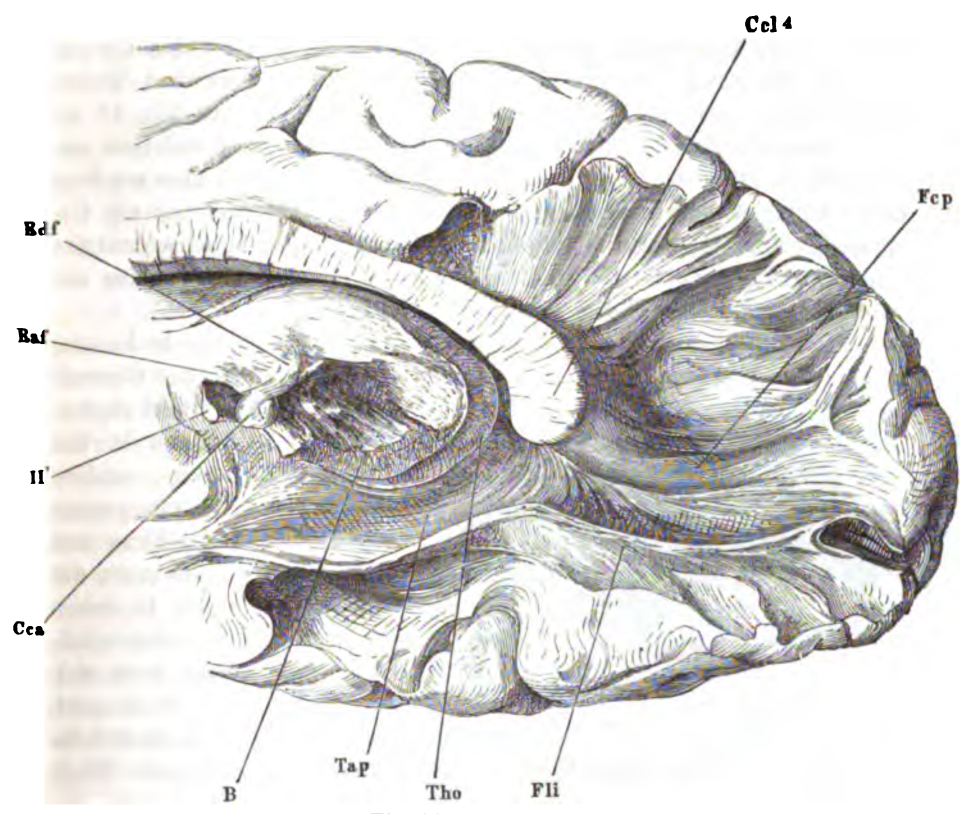


Fig. 30 (nach Henle).

Hinterer Theil der rechten Hemisphäre von innen gesehen. Durch Abbrechen mit der Pincette ist die Strahlung des hinteren Balkenendes, Splenium *Ccl*[4], dargestellt. Die runde Masse unter dem Balken ist der Thalamus opticus *Tho*. Von der Wand des ihn umgebenden Ventrikels zieht das Tapetum *Tap* zum Balken. Auf dem Bilde ist auch ein Theil des Fasciculus longitudinalis inferior *Fli* zu sehen. Der Thalamus hat unter sich den Hirnschenkelfuss *B*. Die anderen Buchstabenbezeichnungen betreffen im Text erst später zu Erwähnendes: *Rdf* Viq d'Azyrsches Bündel, *Raf* Fornix, *Cca* Corpus candicans, *II'* Nervus opticus. Der mit *Fcp*, Forceps, bezeichnete Zug gehört zur Balkenstrahlung.

ist, dass ebenso auch in dem ganzen Hirngebiet über den beiden Seitenventrikeln solche Fasern laufen. Auch von hinten und von vorn her treten Fasern zu dem Balken. Aus der hinteren Wand des Hinterhornes und Unterhornes und aus der vorderen des Vorderhornes bezieht er Theile. Namentlich die ersteren, welche als deutlich weisse Schicht

unter dem grauen Ependym des Unter- resp. Hinterhornes verlaufen (Tapetum), kann man leicht und schön am frischen Gehirn erkennen. Die von der Innenseite des Gehirnes dargestellte Balkenfaserung bietet das vorstehende Bild (Fig. 30) dar, mit dessen Hülfe Sie sich dann leicht eine Gesammtvorstellung von der Balkenstrahlung machen können.

Nahe dem Boden des dritten Ventrikels zieht quer an dessen vorderer Wand her, vor den Fornixschenkeln vorbei, eine zweite Fasermasse, die vordere Commissur. Sie lässt sich nicht so wie oben in der halbschematischen Figur angedeutet, auf einem Querschnitt verfolgen. Ihre Fasermasse krümmt sich vielmehr indem sie das Corpus striatum durchzieht beiderseits im Halbkreis nach unten und hinten und verliert sich im Marke des Lobus temporalis. Auf Fig. 12 ist dieser Bogen rechts und links aussen unter dem Nucleus lentiformis angeschnitten. Ein beim Menschen sehr kleiner, bei Thieren aber mächtig entwickelter Antheil dieser vorderen Commissur verbindet nur die Ursprungsgebiete der Nervi olfactorii mit einander (Riechlappenantheil der Commissura anterior). Es ist das kleine in der grauen Substanz abwärts steigende Bündelchen der Figur 29 gemeint.

Aus allen Theilen der Vorderhirnrinde entspringen zahlreiche Fasern, welche das Vorderhirn mit den tiefer liegenden Theilen des Centralnervensystems verknüpfen. Sehr viele dringen in das Zwischenhirn ein, andere lassen sich bis zu den grauen Massen des Mittelhirns und bis zu den Nervenkernen der Brücke verfolgen, in denen sie zunächst zu enden scheinen. Eine Anzahl zieht weiter hinab durch die Kapsel, den Hirnschenkel, die Brücke und das verlängerte Mark bis zum Rückenmark, wo die Fasern in verschiedenen Höhen in die graue Substanz eintreten.

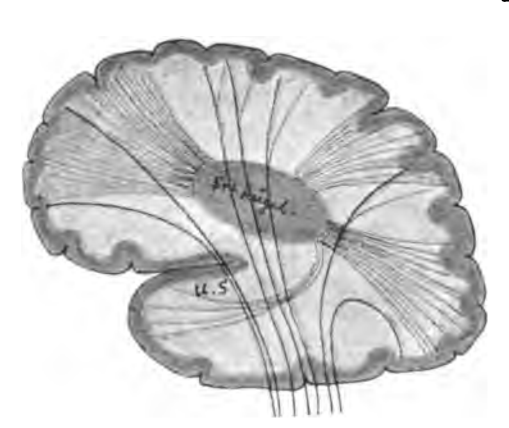


Fig. 31.
Schema der Stabkranzfaserung; der Stabkranz zum Thalamus besonders berücksichtigt. *U. S.* unterer Stiel.

Diese von der Rinde nach abwärts ziehenden Fasern bezeichnet man in ihrer Gesammtheit als Stabkranz. Sie machen sich kein schlechtes Bild von diesem, wenn Sie sich einmal den Sehhügel losgelöst unter der frei darüber schwebenden Kappe der Hemisphärenrinde denken und nun annehmen, dass von allen Theilen dieser Rinde gegen ihn hin Nervenfasern verlaufen. Von diesen dringen Züge aus dem Stirnlappen, dem Parietallappen, dem Schläfen- und Hinterhauptlappen

in ihn ein. Vielleicht auch noch Faserzüge aus der Rinde am Eingang der Fossa Sylvii und welche aus dem Ammonshorn (im Fornix verlaufend). Ein anderer Theil der Züge des Stabkranzes geht aber nicht in den Thalamus, sondern vor ihm, nach aussen vor ihm und nach hinten von ihm vorbei, weiter hinab, tieferen Endstationen zu.

Der Stabkranz setzt sich also zusammen aus Fasern, die zum Thalamus und aus Fasern, die zu tiefer liegenden Theilen gehen.

Zum Thalamus gelangen fast aus der ganzen Rindenoberfläche Fasern und nicht nur so wenige Bündel, wie das vorstehende Schema zeigt. Diese Fasern vereinen sich nahe am Sehhügel zum Theil zu dichteren Bündeln, welche man als Stiele des Sehhügels bezeichnet.

Tiefer hinab ziehen Fasern:

1. Aus der Rinde der Centralwindungen und dem Paracentrallappen, also aus der motorischen Region des Gehirns zum Rückenmark (Pyramidenbahn).

2. Aus der Rinde der Stirnlappen zur Brücke, resp. den in ihr enthaltenen Ganglien (vordere Grosshirnrinden-Brückenbahn). Sie gelangen wahrscheinlich aus der Brücke in das Kleinhirn.

3. Aus der Rinde der Occipitallappen und Temporallappen, ebenfalls wahrscheinlich in den Brückenganglien endend (hintere Grosshirnrinden-Brückenbahn).

4. Aus der Rinde des oberen Parietallappens (und der hinteren Centralwindung?), vielleicht auch aus noch weiter hinten liegenden Rindengebieten, gelangen Züge in die innere Kapsel, welche zum Theil unter dem Thalamus weg nach dem Rückenmark zu ziehen, zum Theil sich in den Linsenkern einsenken. Sie durchziehen die beiden Innenglieder desselben und vereinigen sich dann wieder nahe der Hirnbasis zu einem dichteren Strang, dessen Verlauf wir später kennen lernen werden (Haubenstrahlung). Diese letzteren Fasern sind die ersten, welche sich im Grosshirn mit Mark umgeben. Sie allein sind bei Föten aus dem 8.—9. Monate als dünne weisse Züge in der inneren Kapsel, die zu dieser Zeit grau aussieht, zu erkennen (Fig. 2).

5. Aus dem Occipitallappen gelangen Fasern zu den Ursprungsstätten des Nervus opticus. Sie verknüpfen die eigentlichen Opticuskerne mit der Rinde. Ihre Zerstörung beim Menschen führt zu später zu schildernden Sehstörungen. Bei Thieren scheinen sie von so grosser Wichtigkeit nicht zu sein, denn man kann die Hinterhauptrinde beiderseits zerstören, ohne dass dauernd wirkliche Blindheit eintritt. Auch für den Sehact liegen also die eigentlichen Centren tiefer, er kann fortbestehen, wenn nur diese erhalten sind, er erfährt aber doch eine Beeinträchtigung, wenn die Verbindung dieser Centren mit der Rinde zerstört wird. Am wichtigsten ist diese, wohl psychischen Processen dienende Verbindung beim Menschen, von anscheinend geringerer Wichtigkeit bei anderen Säugethieren; niederen Thieren, den Fischen z. B.,

fehlt sie ganz. Diese sehen, ohne überhaupt, die Teleostier wenigstens, etwas Anderes als eine dünne Epithelblase an Stelle eines Grosshirns zu besitzen.

6. Es existiren zweifellos noch eine ganze Anzahl verschiedener Stabkranzsysteme. Untersuchungen, die auf ein Finden solcher gerichtet sind, müssen an den Gehirnen von Kindern aus dem ersten Lebensjahre angestellt werden. Dort umkleiden sich die Fasern zu verschiedenen Zeiten mit Mark und am Ende des zweiten Jahres ist, soweit wir jetzt wissen, der ganze Stabkranz markhaltig geworden.

7. Nach Flechsig soll auch das Corpus striatum, das ja aus Rinde, wie ich Ihnen neulich zeigte, hervorging, ganz wie die Rinde selbst, Stabkranzfasern zum Thalamus, zur Regio subthalamica und zur Brücke senden.

Auf ihrem Wege nach abwärts treten die Stabkranzfasern in wichtige Beziehungen zu dem Corpus striatum und dem Thalamus opticus. Sie convergiren naturgemäss und gelangen so in den Raum nach aussen vom Thalamus. Die Fasern aus den vorderen Hirntheilen müssen, um dahin zu kommen, das Corpus striatum durchbrechen. An dem folgenden horizontal durch das Grosshirn gelegten Schnitte wird Ihnen das klar werden.

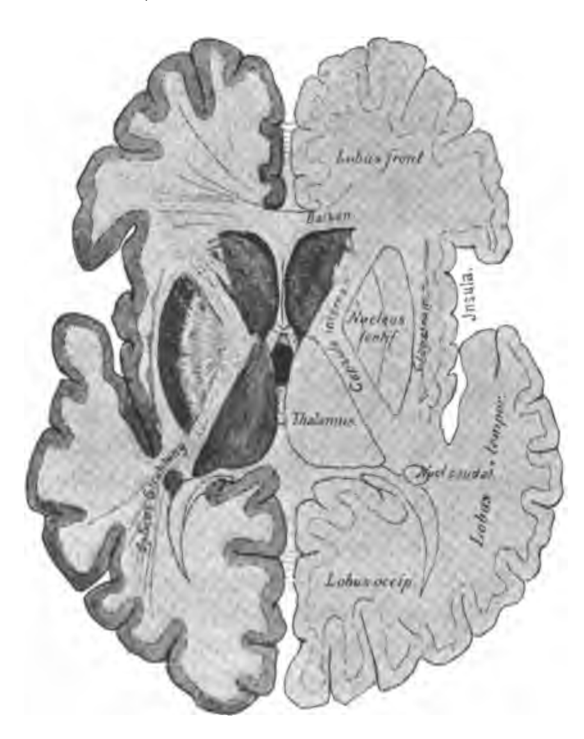


Fig. 32.
Horizontalschnitt (nach den Seiten etwas abfallend) durch das Gehirn.

Er ist etwa einen Finger breit unter dem in Fig. 10 gezeichneten angelegt. Sie müssen sich vorstellen, dass die beiden Halbkugeln der Hemisphären zum Theil abgetragen sind und dass deren Stabkranzfaserung in den knieförmig gebogenen weissen Streif der inneren Kapsel von oben her zog. Die Antheile der Kapsel aus dem Stirn- und Hinterhauptlappen fallen zum Theil in die Schnittebene. — Nur wenige Worte zu dessen Erläuterung:

Stirnlappen, Hinterhaupt- und Schläfenlappen erkennen Sie sofort. Der letztere legt sich vor den Stammlappen und verbirgt so zum Theil

die Insula. Wie in Fig. 10 sehen Sie vorn den quer abgeschnittenen Balken, ihm sich anschliessend das Septum pellucidum, an dessen hinterem Ende die Fornixschenkel aufsteigen.

Vorn, nach aussèn vom Septum, liegt der diesmal angeschnittene Kopf des Nucleus caudatus. Sein Schwanz, der auf Fig. 10 längs dem Thalamus einherzog, ist nicht zu sehen. Er ist in der weggenommenen Hirnpartie enthalten. Nur ganz hinten aussen, nahe am Ammonshorn, sehen Sie noch ein Stück von ihm. Wie das zu Stande kommt, zeigt die folgende Skizze, welche einen frei präparirten Nucleus caudatus darstellt.

Der Schwanz des Nucleus caudatus krümmt sich nämlich in leichtem Bogen um den ganzen Hirnstamm und ist bis fast in die Spitze des Unterhornes zu verfolgen. Der ganze Kern muss also auf jedem Horizontalschnitt, wie ihn z. B. die Linie *ab* der Fig. 33 darstellt, in den tieferen Ebenen des Gehirns zweimal getroffen werden.

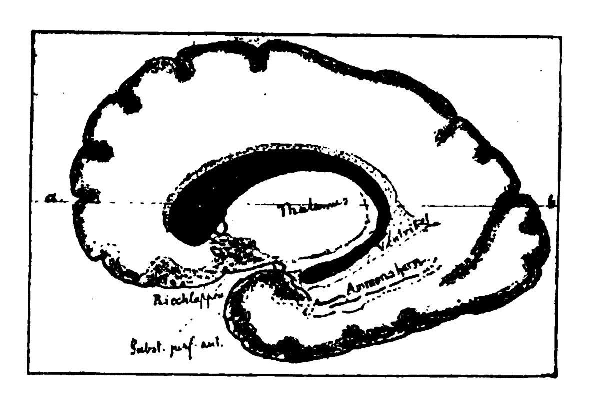


Fig. 33.
Nucleus caudatus in seiner ganzen Länge frei gelegt (schematisirt).

Nach aussen vom Kopf des Nucleus caudatus sehen Sie dicke weisse Faserzüge. Sie kommen von der Rinde des Stirnlappens und enthalten den betreffenden Theil des Sehhügel-Stabkranzes und die Stirnhirn-Brückenfasern. Diese Fasermasse muss, wie Sie an der Abbildung ersehen, um zum Thalamus und in die Brücke zu gelangen, das ihr im Wege liegende Ganglion des Corpus striatum durchschneiden. Der Theil, der nach innen liegen bleibt, ist eben der Nucleus caudatus, der Theil, der nach aussen zu liegen kommt, ist der Nucleus lentiformis. Beide sind übrigens nicht absolut durch die Fasern aus dem Stirnhirn von einander geschieden; es ziehen vielmehr zahlreiche Verbindungsbrücken zwischen ihnen hin. Die genannten Stabkranzfasern zum Thalamus, die Stirnhirnbrückenfasern, die Züge zwischen dem Kopf des Schwanzkerns und dem Linsenkern, schliesslich noch Fasern aus dem Schwanzkern zu den Innengliedern des Linsenkernes, alle diese Fasern zusammen constituiren die in unserem Horizontalschnitt getroffene weisse Fasermasse der Capsula interna.

Der Fig. 34, S. 42, abgebildete Frontalschnitt soll das Bild ergänzen, welches der Horinzontalschnitt von diesen Verhältnissen gab. Er trifft, sehr weit vorn liegend, wesentlich die Ganglien des Corpus striatum und zeigt ebenfalls deutlich die sie trennenden Fasern der Capsula interna.

Gestalt und Lage des Nucleus caudatus werden Ihnen wohl jetzt klar sein, schwerer wird es Ihnen fallen, von der eigenthümlich keilförmigen Figur des Linsenkernes sich ein Bild zu machen. Das Studium des Horizontalschnittes und des Frontalschnittes, Fig. 34, wird Ihnen dabei von grossem Nutzen sein. Diesem Ganglion lagern nach innen zu noch zwei weitere etwas heller graue Ganglienmassen an, die in enger Faserverbindung mit ihm stehen. Man spricht daher gewöhn-

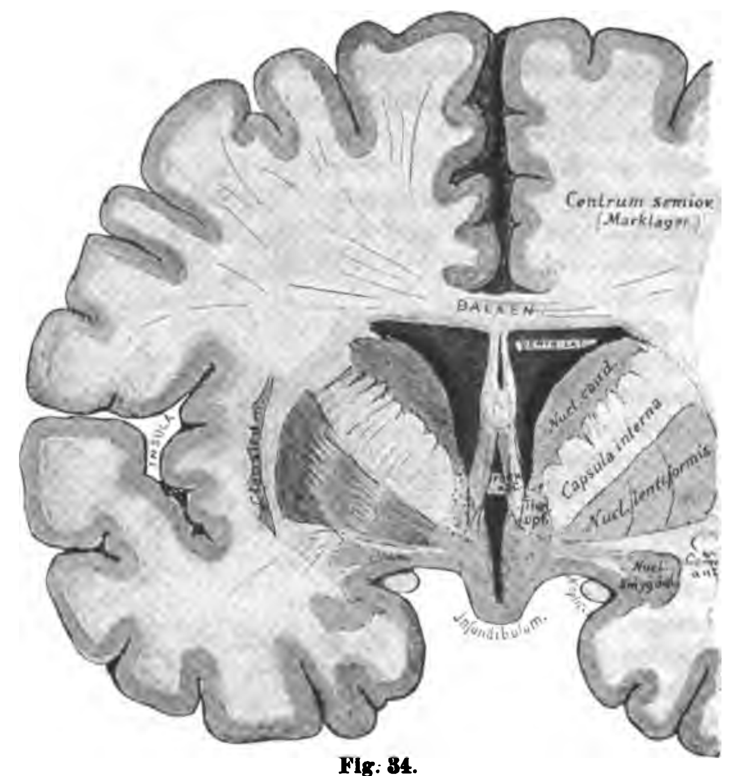


Fig. 34.
Frontalschnitt durch das Vorderhirn dicht hinter den aufsteigenden Fornixschenkeln.

lich von dem dreifach gegliederten Linsenkern, wobei das breite dunklere äussere Glied, das Putamen, wahrscheinlich allein dem Nucleus caudatus morphologisch gleichwerthig ist. Dieser sendet seine Fasern, wie oben angedeutet wurde, durch den vorderen Schenkel der inneren Kapsel zu den zwei inneren Gliedern des Linsenkerns und vielleicht durch sie hindurch weiter hinab. Ganz ebenso verlaufen auch die Fasern des äusseren Gliedes des Linsenkernes.[1])

1) Die in den Ganglien des Corpus striatum entspringenden Fasern werden viel später markhaltig, als die Haubenstrahlung, welche die Innenglieder des Nucleus lentiformis durchsetzt. Dadurch wurde es möglich, diese beiden verschiedenen Faserarten, welche sich beim Erwachsenen eng vermischen, von einander zu scheiden.



Nach aussen vom Corpus striatum liegt die Rinde der Insula Reili. In dem schmalen Streifen weisser Substanz, der zwischen Rinde und Ganglion liegt, in der Capsula externa, ist noch die längliche Ganglienzellenanhäufung, das Claustrum, eingelagert, die anatomisch sich nicht sehr von der benachbarten Rinde unterscheidet.

Hinter dem Nucleus caudatus geht der Horizontalschnitt, Fig. 33, durch den Thalamus, das Zwischenhirn. Vor diesem entsteigen die Fornixschenkel der Tiefe; die Commissura media, ein dünnes Band aus grauer Masse, spannt sich zwischen beiden Sehhügeln aus. Nach aussen vom Thalamus liegt der hintere Schenkel der inneren Kapsel. Die Stelle, wo beide Schenkel zusammenstossen, hat man Knie der Kapsel genannt. Prägen Sie die eigenthümliche im Winkel abgebogene Form der Capsula interna Ihrem Gedächtnisse wohl ein. Die Lage der einzelnen Stabkranzantheile zu den beiden Winkeln ist überaus wichtig und wahrscheinlich annähernd constant. Im hinteren Schenkel liegt meist nicht weit vom Knie die Faserung aus der motorischen Zone für die Extremitäten (Pyramidenbahn), dicht vor ihr Züge, die zum Facialis und Hypoglossuskern in Beziehung stehen und aus dem unteren Ende der vorderen Centralwindung stammen.

Hinter der Pyramidenbahn werden, etwa im letzten Drittel des Schenkels oder etwas mehr nach vorn, die als Haubenstrahlung bezeichneten Züge getroffen und nach hinten sich ihnen anschliessend liegt der Zug aus dem Occipitallappen zum Opticusursprung. In dieser Gegend müssen sich, klinischen Thatsachen zu Folge, auch Fasern von

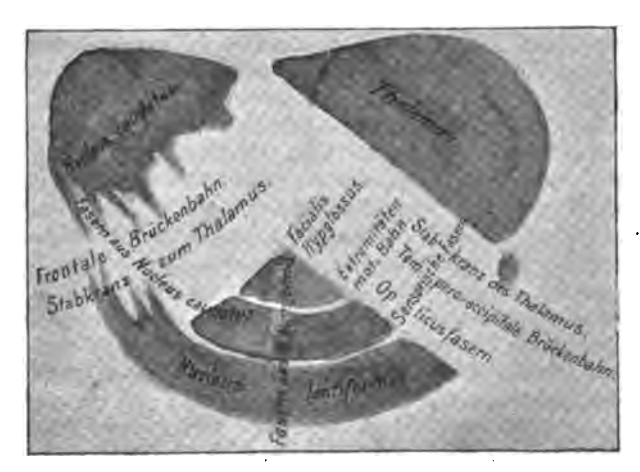


Fig. 35.
Schema der Capsula interna, in welches die Lage der meisten Faserzüge, welche in sie eingehen, eingeschrieben ist.

der Temporalrinde zum Acusticuskern befinden und auch solche vertreten sein, welche irgendwie zum Geruch in Beziehung stehen. So treffen im letzten Drittel des hinteren Schenkels der inneren Kapsel

alle Fasern für das Gefühl und für die Sinnesnerven zusammen. Ausserdem aber liegen hier noch Stabkranzfasern zum Thalamus aus der Schläfen- und Occipitalrinde und die temporo-occipitale Brückenbahn.[1]) Die vorstehende Figur giebt die Lage der einzelnen die Capsula interna zusammensetzenden Züge zu einander schematisch wieder.

Alle diese Fasermassen streben also aus der Rinde convergirend zusammen nach der Gegend, welche aussen vom Thalamus liegt. Ein Theil von ihnen tritt in den Sehhügel ein (Stabkranz des Sehhügels), ein weiterer, und das ist der grösste, zieht unter den Thalamus, wo er in Ganglien endet oder weiter hinab zum Rückenmark. Erkrankungsherde, welche in dem Centrum semiovale liegen, müssen daher einen Theil der Stabkranzfasern treffen. Sie machen aber durchaus nicht immer Symptome, welche eine Unterbrechung der Leitung von der Rinde zur Peripherie vermuthen liessen. Wahrscheinlich deshalb, weil gröbere unserer heutigen Diagnostik zugängliche Ausfallsymptome nur entstehen, wenn die ganze betreffende Bahn zerstört wird. Es scheint, dass ein kleiner erhaltener Rest ausreicht, den Willensimpuls von der Rinde zu den tieferen Stationen zu leiten, resp. Empfindungen von der Peripherie zur Rinde zu führen.

Namentlich bleiben Herde, die nicht im Marklager unter den Centralwindungen liegen, oft symptomlos, d. h. Herde, welche die Rinden-Brückenbahnen und die Haubenstrahlung treffen. Herde aber, welche die Pyramidenbahn treffen, erzeugen meist Lähmung der gekreuzten Körperhälfte. Erkrankungen im Marklager unter der unteren Stirnwindung führen oft zu Aphasie. Uebrigens sind eine Anzahl Fälle bekannt, die es sehr wahrscheinlich machen, dass Unterbrechung der Haubenstrahlung zu halbseitigem Sensibilitätsverlust führen kann.

Es scheint ziemlich sicher gestellt, dass Erkrankungen, welche die Gegend hinter dem Knie der Kapsel treffen, resp. die Fasern dort leitungsunfähig machen, die Bewegungsfähigkeit der ganzen gekreuzten Körperhälfte aufheben, dass Herde, die in den beiden letzten Dritteln des hinteren Schenkels sitzen, die Sensibilität der gegenüberliegenden Körperhälfte zerstören oder doch sehr beeinträchtigen. In den meisten Fällen leidet auch der Gesichtssinn Noth und wahrscheinlich zuweilen auch das Gehör. Die Störung des Gesichtssinnes tritt in Form der Hemiopie auf.

Wenn Sie bedenken, dass, wie ich wiederholt erwähnte, alle Fasern radiär von der Rinde nach der Kapsel zusammenstrahlen, so wird es Ihnen leicht begreiflich sein, dass in der Kapsel schon kleine Herde dieselben Symptome machen können, wie grössere im Centrum semiovale, oder noch ausgebreitetere in der Rinde. Hier liegen eben die Fasern enge beisammen, die dort über einen grösseren Raum ausgebreitet sind. Beispielsweise wird ein sehr ausgedehntes Rindengebiet (beide Centralwindungen und die dicht an sie grenzenden Partien der Stirn- und Parietalwindungen) ausfallen müssen, wenn complete gekreuzte Hemiplegie entstehen soll. Im Centrum semiovale dürfte schon ein kleinerer Herd im Marklager unter den Centralwindungen denselben Effekt haben. In der inneren Kapsel aber reicht die Zerstörung einer kleinen Stelle im hinteren Schenkel allein aus, um den ganzen Symptomencomplex hervorzurufen. Bei Hemiplegien wird man deshalb immer zunächst an Herde, die der inneren Kapsel benachbart sind oder in ihr liegen, denken, wenn nicht andere Symptome ganz direkt auf andere Hirngebiete

1) Vielleicht ist die letztere identisch mit einer der eben genannten sensorischen Bahnen.



hinweisen. Hemiplegien nach Rindenherden sind sehr selten. Hemiplegien, die von tiefer liegenden Stellen des Centralnervensystems ausgehen, noch viel seltener und meist mit Hirnnervensymptomen verknüpft, welche auf ihren Sitz hinweisen.

Andererseits lehrt uns die anatomische Betrachtung und die klinische Erfahrung, dass cerebrale Affectionen einzelner Körpertheile, einer Hand z. B., nur sehr selten von Herden in der Kapsel erzeugt werden, eben weil da die Fasern bereits so dicht zusammengeflossen sind, dass ein Erkrankungsherd kaum einzelne isolirt treffen kann. Wohl aber gehen nicht allzu selten von der Rinde aus Monoplegien und Monospasmen. Dort kann ein Herd schon relativ gross sein, ehe er ein benachbartes Centrum trifft. Das folgende Schema wird Ihnen das Gesagte leicht einprägen. Es zeigt, warum Monoplegien häufiger von der Rinde, Hemiplegien häufiger von tiefer gelegenen Hirntheilen ausgehen, denn man sieht auf den ersten Blick, dass ein Herd von bestimmter Länge in der Rinde leicht nur ein Centrum, weiter unten die Fasern aus vielen Centren treffen kann.

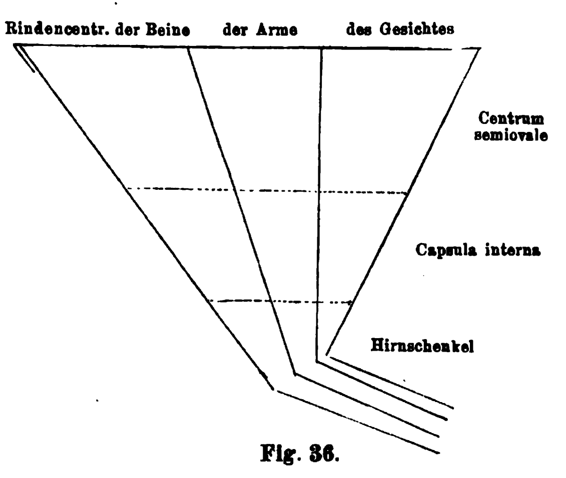


Fig. 36.

Welche Symptome eintreten, wenn allein Associationsfaserstränge erkranken, ist wegen der Nachbarschaft dieser Fasern zum Stabkranz bislang nicht zu eruiren gewesen. Vielleicht gehören gewisse Formen der Sprach-, Lese- und Hörstörungen hierher. Auch über Symptome bei Functionsausfall des Balkens wissen wir wenig. Es scheint, dass er unter Umständen ganz zerstört werden kann, ohne dass Störungen der Motilität, der Coordination, der Sensibilität, der Reflexe, der Sinne, der Sprache eintreten, ohne dass sich eine irgend erhebliche Störung der Intelligenz zeigt. Einmal wurde bei Balkenerkrankung unsicherer Gang ohne eigentlichen Schwindel oder Ataxie beobachtet.

Fünfte Vorlesung.

Der Stabkranz, das Corpus striatum, der Thalamus und die Regio subthalamica. Die Gebilde an der Hirnbasis.

M. H.! Von den Stabkranzfasern bleibt, wie Sie in der vorigen Vorlesung sahen, ein grosser Theil im Zwischenhirn, im Thalamus opticus. Die anderen ziehen in der Kapsel weiter hinab und nach hinten. So gelangen sie hinter dem Thalamus zu einem grossen Theil frei an die Unterfläche des Gehirns. Diese dort aus der Hirnmasse hervortauchenden

dicken weissen Bündel werden als Fuss des Hirnschenkels, Pes Pedunculi bezeichnet.

Wie Sie an dem nachstehenden Frontalschnitte sehen, liegt der freie Theil der Kapsel, dessen Fasern nach hinten zum Hirnschenkel abbiegen, ventral vom Thalamus. In diesen Fusstheil des Hirnschenkels gelangen die Züge aus der Stirnhirn-Brückenbahn, der Occipito-Temporalhirnbrückenbahn und aus der Pyramidenbahn. Die Stabkranz-

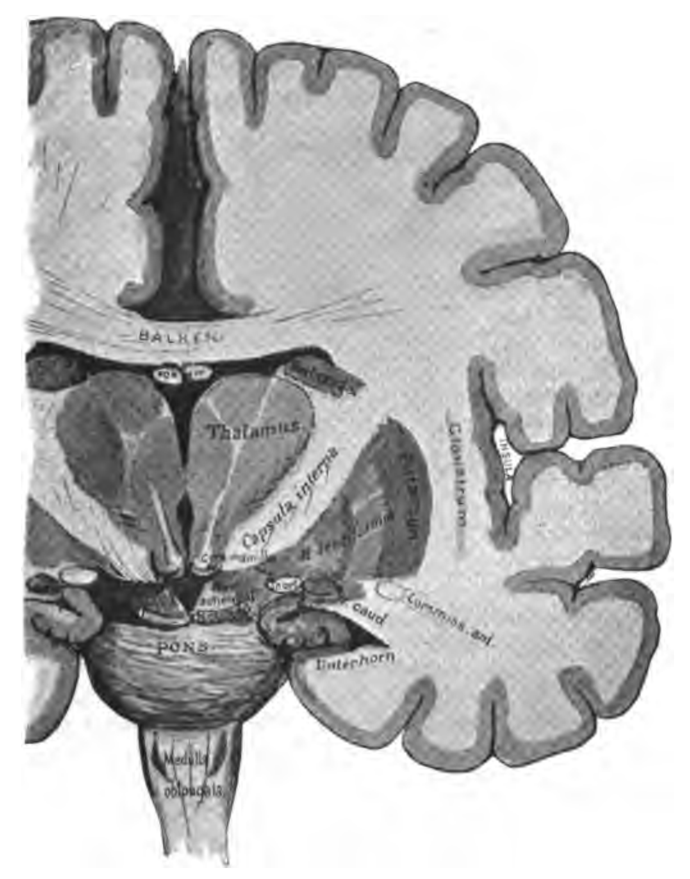


Fig. 37.
Frontalschnitt durch das Vorder- und Zwischenhirn nahe an der Stelle, wo Fasern der Capsula interna zum Fuss des Hirnschenkels werden.

fasern des Opticus und die Haubenstrahlung treten nicht in den Fuss ein. Wohl aber enthält dieser Züge aus den Ganglien des Corpus striatum. Weiter hinten, unter den Vierhügeln, liegen über dem Fuss, an der Stelle, wo jetzt der Thalamus sich befindet, die Nervenfasern, welche aus dem Thalamus und aus anderen Hirntheilen kommen, auch die aus der Haubenstrahlung. Es scheiden sich dort die Fasern aus dem Vorder-, Zwischen- und Mittelhirn in eine ventrale Partie, den

Fuss und eine dorsale, die Haube. Zunächst interessirt uns nur die Fussregion. Das folgende Bild will versuchen, die Entwicklung des Fusses aus der Capsula interna an einem schematischen Horizontalschnitt durch das Gehirn zu zeigen. Der Thalamus ist durchsichtig gezeichnet. Nach hinten fällt der Schnitt stark ab, sonst würde er nicht den an der Hirnbasis liegenden Fuss treffen.

Sie sehen in dem Schema eine Bahn aus den Ganglien des Corpus striatum herabkommen, welche sich über die Bahnen aus der Hirnrinde legt. Sie endet höchst wahrscheinlich in der Brücke.

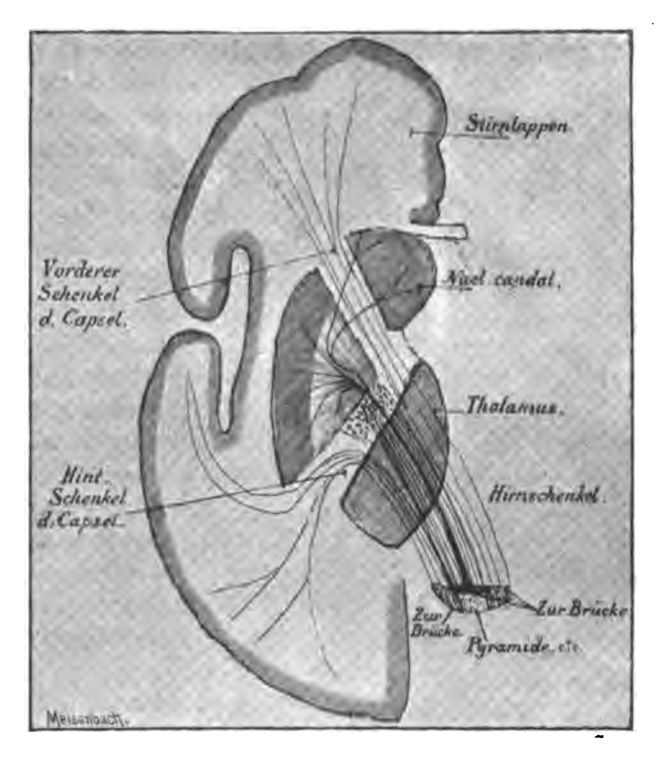


Fig. 38.
Schema des Faserverlaufes aus der Capsula interna zum Fusse des Hirnschenkels (nach Wernicke, modificirt).

Die Beziehung des Corpus striatum zu der Faserung aus der Grosshirnrinde ist vielfach noch nicht geklärt. Das Folgende ist das Wichtigste, von dem was feststeht. Der Nucleus lentiformis besteht aus einem Aussenglied, dem Putamen und zwei oder mehreren Innengliedern, dem Globus pallidus. Aus dem Putamen und aus dem Nucleus caudatus entspringen Fasern, welche durch die beiden Innenglieder hindurch und an der Basis und Spitze des Nucleus lentiformis austreten. Sie erinnern sich wohl noch aus der zweiten Vorlesung, dass der Nucleus caudatus und das Putamen genetisch mit der

Rinde in Zusammenhang stehen. Jetzt sehen Sie, dass dieselben auch ganz wie die Hirnrinde Fasern entsenden.

Ausser diesen Fasern kommen aber auch aus der Hemisphärenrinde Fasern in den Nucleus lentiformis. Es sind Fasern der Haubenstrahlung. Diese treten aus der Capsula interna längs dem ganzen Innenrande (s. Fig. 39) in die beiden Innenglieder, durchlaufen dieselben, ganz wie die Fasern aus dem Putamen und dem Nucleus caudatus und sammeln sich eben wie diese unten am Linsenkern zu einem dicken Bündel, der Linsenkernschlinge. Die meisten Fasern der Linsenkernschlinge gelangen die Kapsel durchbrechend nach innen in die Gegend, welche unter dem Thalamus opticus liegt und als Regio subthalamica bezeichnet wird. Die nebenstehende Abbildung zeigt an einem Schnitt durch das Gehirn einer achtmonatlichen Frucht das Verhalten der Haubenfasern zum Linsenkern. In dieser Entwicklungsperiode sind ausser den gezeichneten Fasern im ganzen Grosshirn noch keine markhaltigen Züge vorhanden. Namentlich fehlen auch die Fasern, welche im Nucleus caudatus und im Putamen selbst entspringen, noch ganz. Nur durch die Untersuchung des fötalen Gehirnes war es möglich, mit Sicherheit das Verhalten von Linsenkern und Haubenstrahlung zu einander zu eruiren.

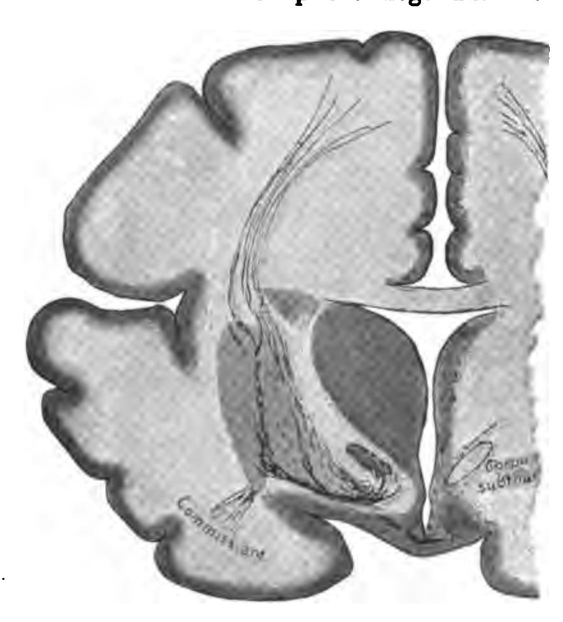


Fig. 39.
Frontalschnitt durch das Gehirn eines Fötus von etwa 32 Wochen. Alle markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin schwarz gefärbt. Haubenstrahlung (oben), Linsenkernschlinge (unten) und vordere Commissur (aussen unten) sind markhaltig. Im Putamen und Nucleus caudatus noch keine markhaltigen Fasern.

An diesem Präparat ist der Zug, welcher direkt aus der Haubenstrahlung (dorsal von der als Corpus subthal. rechts bezeichneten grauen Masse) zu tieferen Regionen hinabzieht, nicht sichtbar, weil er nicht in die Schnittebene fällt. Vergl. Fig. 40 die „zur Schleife" bezeichnete Linie, welche schematisch diesen Zug wiedergiebt, desgleichen Fig. 42.

Sie haben jetzt, meine Herren, einen guten Theil der Fasern, die das Vorderhirn aufbauen, in ihrem Ursprungstheil kennen gelernt. Lassen Sie uns jetzt den Gebieten uns zuwenden, wo die Mehrzahl der Grosshirnmarkzüge ein Ende findet.

Hinter dem Grosshirn liegt das Zwischenhirn. Aus den beiden Seitenwänden desselben sind die Thalami optici hervorgegangen. Diese bestehen aus mehreren nicht ganz scharf unter einander abgegrenzten grauen Kernen. Weisse, markhaltige Fasern, das Stratum zonale (Gürtelschicht), überziehen den Thalamus. Sie sind nach der Hirnbasis zu zum grossen Theil in den Sehnerv zu verfolgen und entspringen aus der Tiefe des Thalamus, wo sie sich in Zügen zwischen dessen Ganglien sammeln und so diese letzteren von einander trennen. Man kann in jedem Thalamus unterscheiden: einen inneren Kern, der zunächst dem Ventrikel liegt und an dessen vorderem Ende ein eigenes kleines Ganglion, das Ganglion habenulae liegt, einen äusseren Kern, der aussen dem Sehhügel entlang liegt und sich hinten zum Pulvinar verdickt[1]) und einen vorderen Kern, der, mit seinem dicken Ende vorn, keilförmig zwischen den beiden anderen liegt und so vorn eine Erhebung am Thalamus, das Tuberculum anterius erzeugt (s. Fig. 10). Hinten am Thalamus liegt unten und aussen vom Pulvinar ein Ganglion von sehr eigenthümlicher grauer Zeichnung, das Corpus geniculatum laterale. Es ragt weit in die Thalamussubstanz hinein und entsendet eine grosse Anzahl von Ursprungsfasern zum Tractus opticus. Dieser letztere erscheint der oberflächlichen Betrachtung zunächst nur wie eine Verlängerung des Thalamus nach unten und vorn (s. Fig. 49).

Nach aussen grenzt der Sehhügel an die innere Kapsel (Fig. 40). Zahlreiche Züge strahlen aus ihr in ihn hinein. Sie kommen aus verschiedenen Richtungen und kreuzen sich, indem sie im Sehhügel zusammenstrahlen. Zwischen dem Netz der sich kreuzenden Fasern bleiben Herde grauer Substanz. Die äussere Zone mit diesen Kreuzungen wird ihres Aussehens wegen als Gitterschicht bezeichnet. Da die meisten markhaltigen Fasern in den äusseren Kern einstrahlen, so sieht dieser heller aus als die anderen Kerne des Sehhügels.

Die Innenseite des Thalamus ist durch gleichmässig graue Substanz vom Ventrikel getrennt. Diese heisst centrales Höhlengrau des mittleren (III.) Ventrikels. In der Mittellinie des Gehirns bildet dieses Höhlengrau den Boden des Ventrikels. An der folgenden sehr schematisch gehaltenen Abbildung ist die Lage des Thalamus zum Hirnboden, zum Höhlengrau, zur Capsula interna und zum Nucleus lentiformis zu studiren.

Wollen Sie an diesem Schnitt noch etwas beobachten, das bislang nur kurz Erwähnung finden konnte. Es ist die Gegend unter dem Linsenkern. Dort sammeln sich mehrere ziemlich parallel laufende Faserstränge, welche den unteren Theil der Capsula interna zum Theil im Winkel durchsetzen, zum Theil über ihn wegziehen. Die oberen

1) Beim Neugeborenen enthält nur erst der äussere Kern markhaltige Stabkranzfasern, die wohl gleichzeitig mit dem Mark im N. opticus weiss wurden.

dieser Fasern gehören der Linsenkernfaserung an, es ist die früher erwähnte Linsenkernschlinge, die unteren sind die Stabkranzfasern zum Thalamus, welche aus dem Occipital- und Temporallappen kommend als unterer Stiel des Sehhügels bezeichnet werden (*U. S.* des Schema Fig. 31). Die Gesammtheit der ventral vom Linsenkern in Fig. 40 vom Schnitt getroffenen Fasern heisst Substantia innominata. Gleich hinter der Substantia innominata treten die Fasern der Kapsel, welche zum Fuss des Hirnschenkels werden, frei an der Hirnbasis hervor. Die

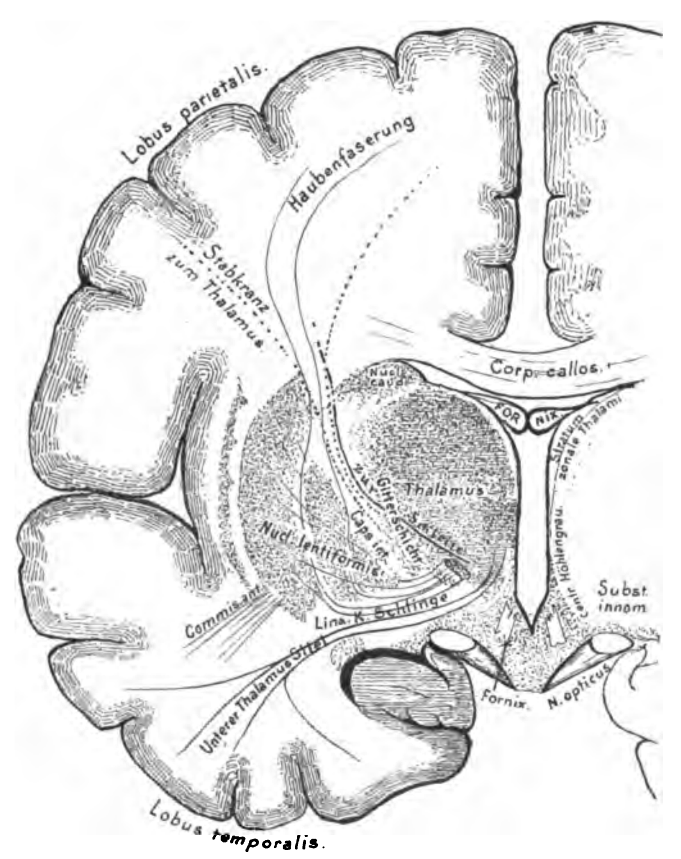


Fig. 40.
Frontalschnitt durch das Gehirn, vor der Schnittlinie von Fig. 37, dicht hinter dem Chiasma, schematisirt.

Substantia innominata begrenzt also den Hirnschenkel nach vorn. Sie gleicht einer vorn über ihn gelegten Schlinge und wird deshalb auch als Ansa peduncularis bezeichnet.

An den Thalamus grenzen nach hinten und nach unten eine Anzahl ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach noch ganz unbekannter, ihren anatomischen Beziehungen nach noch vielfach unerforschter kleiner Ganglien. An der Hirnbasis, nahe hinter der im letzten Querschnitt

getroffenen Stelle, wo das centrale Höhlengrau den Hirnboden bildet, liegt unter dem Thalamus jederseits ein kleiner weisser Höcker, das Corpus mammillare. In Fig. 37 fällt es gerade in die Schnittlinie. Das Corpus mammillare oder Corpus candicans kann als Grenze von Vorder- und Zwischenhirn angesehen werden. Denn aus ihm scheint jenes den freien Hemisphärenrand begrenzende Fornixbündel zu entspringen, dessen weiteren Verlauf Ihnen Fig. 18 zeigte. Das Corpus candicans besteht aus einer Anzahl verschiedener kleiner Ganglien. Aus einem derselben entspringt ein dickes weisses Bündel, das nach oben in den Thalamus hinaufsteigt und sich in dessen Tuberculum anterius verliert. Es ist auf Fig. 37 gerade in einem Theil seines Verlaufes sichtbar geworden. Früher hat man geglaubt, es komme aus dem Thalamus und biege sich im Corpus candicans zum Fornix um. Doch ist das durch Versuche von Gudden widerlegt worden. Deshalb ist

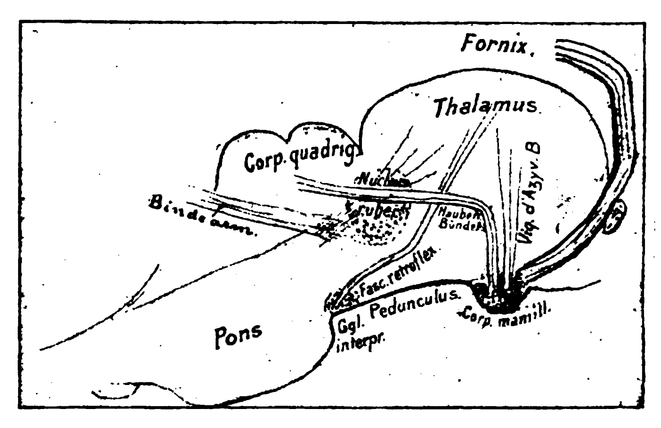


Fig. 41.
Sagittalschnitt durch den Thalamus und das Corpus mammillare (schematisirt) zur Demonstration eines Theiles der aus dem Thalamus und dem Corpus mammillare entspringenden Fasern.

der ältere Name Fornix descendens nicht mehr gerechtfertigt. Nach seinem Entdecker wird es jetzt als Viq' d'Azyr'sches Bündel bezeichnet.[1]) Neben ihm steigt, aus einem anderen Ganglion des Corpus mammillare kommend, ein Fasersträngchen nach dem Thalamus zu auf, das sich aber bald von seinem Begleiter trennt und im Winkel nach hinten abbiegend in die Haube der Vierhügelgegend gelangt, wo es bis in Ganglien, die unter dem Aquaeductus Sylvii liegen, verfolgt werden konnte. Das ist das Haubenbündel des Corpus mammillare.

Wenn Sie Fig. 34 oder Fig. 37 betrachten, so scheint es, dass der Thalamus auf der inneren Kapsel aufliegt. Weiter nach hinten hört dies Verhältniss auf. Es schieben sich zwischen ihn und die Kapsel mehrere kleine graue Ganglienmassen, in welche zahlreiche Faserzüge

1) Man vergleiche auch Fig. 30, wo die durch Präparation herstellbare Schlinge zwischen den beiden Fornixtheilen im Corpus candicans sichtbar ist.

aus dem Nucleus lentiformis, aus der Kapsel und dem Thalamus selbst einstrahlen. Das hintere basale Thalamusgebiet, wo das geschieht, hat den Namen Regio subthalamica erhalten. Die Regio subthalamica ist genauer erst durch die Untersuchungen von Luys, von Forel, dann durch solche von Flechsig und von Wernicke bekannt geworden. Doch sind wir noch weit von einem Verständniss der complicirten Verhältnisse entfernt, welche auf dem kleinen Raume vorliegen, wo sich Fasern so verschiedener Provenienz treffen, verschlingen und kreuzen, wo graue Massen liegen, die zum Theil selbst wieder von einem engen Netz sich kreuzender markhaltiger Fäserschen erfüllt sind.

Fig. 42 zeigt einige Details eines Schnittes durch diese Gegend. Unter dem Thalamus ist ein rundliches Ganglion, der Nucleus ruber, der rothe Kern der Haube, nach aussen von ihm ist das fast linsenförmige Corpus subthalamicum (Luys'scher Körper) aufgetreten. Sie erinnern sich jenes als Haubenfaserung bezeichneten Stabkranzbündels. Seine Fasern gelangen aus der Capsula interna zum guten Theil in die Gegend nach aussen und oben vom rothen Kern, wo sie, einer Kapsel ähnlich, ein Drittel dieses Ganglions umschliessen; weiter am rothen Kern hinabziehend, bilden sie später einen Faserzug, welchen wir als Schleife kennen lernen werden. In Fig. 40 ist dieser Verlauf schematisch angedeutet. An der Spitze des Linsenkerns treten die Fasern aus den Gliedern und aus der Schlinge zu einer dichten Masse zusammen. Diese durchbricht (s. Fig. 40) die Kapsel in zahlreichen Zügen und tritt in ein Geflecht ein, welches das Corpus subthalamicum eng umgiebt. Aus diesem gelangen die meisten Fasern in das Ganglion

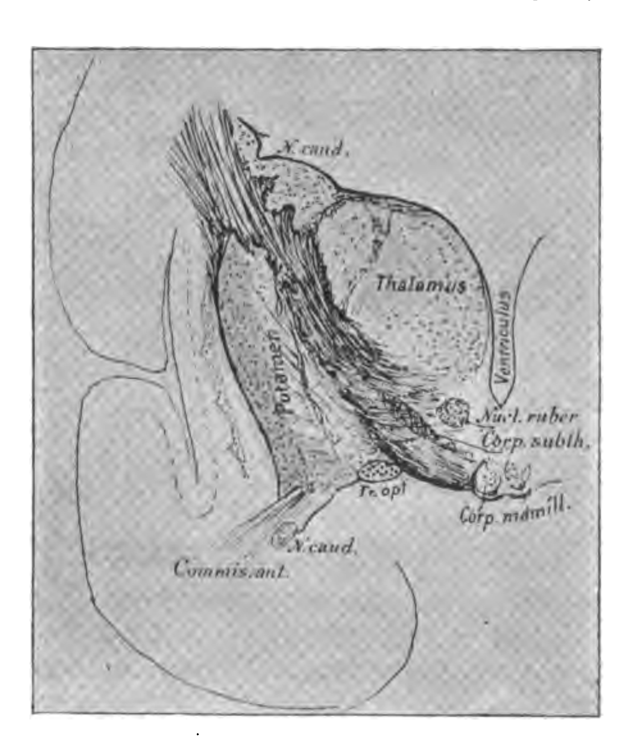


Fig. 42.
Regio subthalamica vom 4 Wochen alten Kinde, Frontalschnitt. Man vergl. Fig. 39, wo nur erst die Haubenbahn deutlich ist.

selbst hinein, eine Anzahl aber, doch ist das mir nicht ganz sicher, gelangen direkt aus dem Nucleus lentiformis zu dem vorhin als **Schleife** bezeichneten Bündel, also ohne in Beziehung zum Innern des Corpus subthalamicum zu treten.

In den rothen Kern treten Fasern aus dem Thalamus opticus. Nach hinten vor dem vorgelegten Schnitt, Fig. 42, wird er viel dicker, nimmt viel mehr vom Raum des Querschnittsbildes ein (Fig. 47). Hinter und unter dem Corpus subthalamicum liegt dicht über der hier schon zum Fuss gewordenen Faserung der Capsula interna eine Anhäufung grau pigmentirter Zellen, die **Substantia nigra**, ganz an derselben Stelle, wo in Fig. 42 noch Corpus subthalamicum angegeben ist. Von der Regio subthalamica an bis hinab zum Ende des Mittelhirnes ist dies dunkel rauchgrau gefärbte Ganglion immer über dem Fuss nachweisbar.

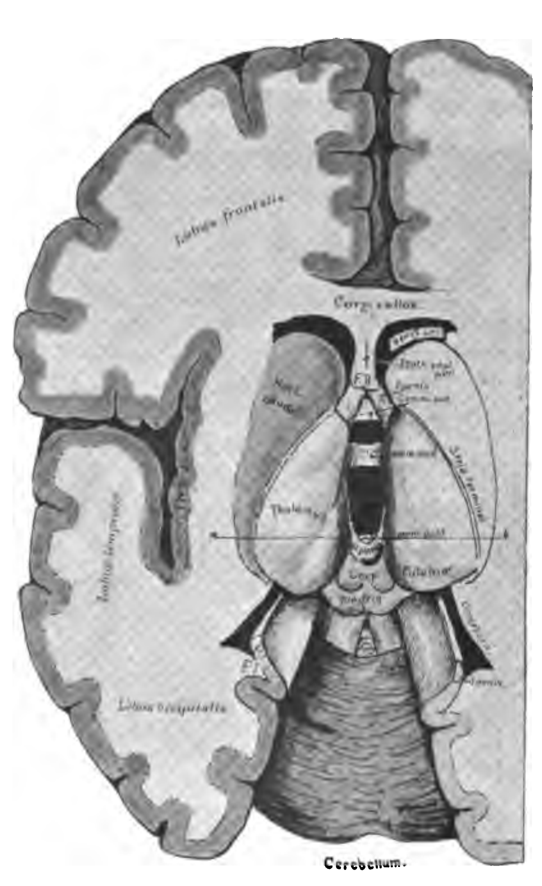


Fig. 43.
Die Ventrikel von oben her geöffnet.

Durch die Substantia nigra wird die Faserung, welche aus dem Vorder- und Zwischenhirn nach abwärts zieht, in zwei ihrer physiologischen Bedeutung nach verschiedene Partien getheilt, in den **Fuss** und in die **Haube**. Den ersteren haben wir im Eingang dieser Vorlesung bereits näher betrachtet und auch später werden wir öfter auf ihn zurückkommen müssen, die letztere enthält im hinteren Thalamusgebiet, von dem wir jetzt sprechen, das Pulvinar, den Nucleus ruber, das Corpus subthalamicum, die Faserung aus dem Linsenkern und die Haubenstrahlung, soweit sie nicht schon in der Linsenkernfaserung enthalten ist.

Wir sind jetzt bei der Betrachtung der Querschnittbilder in der Gegend angekommen, welche in Fig. 43 durch die Linie *ab* angedeutet ist.

Sie sehen, dass dicht hinter ihr das Mittelhirn, die Corpora quadrigemina, beginnen. Die Thalami weichen dort auseinander, zwischen ihnen nimmt das centrale Höhlengrau etwas zu und der mittlere Ventrikel dadurch an Tiefe beträchtlich ab. Sein Boden, der bislang nahe der Hirnbasis gelegen, wird nach oben von dieser verlegt (s. auch den Längsschnitt Fig. 44).

Hinter dieser Stelle wird auf einmal wieder das Dach der Hirnblasen, das, wie Sie sich erinnern, im Bereich des Thalamus kaum nachweisbar war, deutlich. Der Ventrikel wird von oben her abgeschlossen durch dies Dach, das von jetzt an bis hinab zum Rückenmark nicht mehr schwindet.

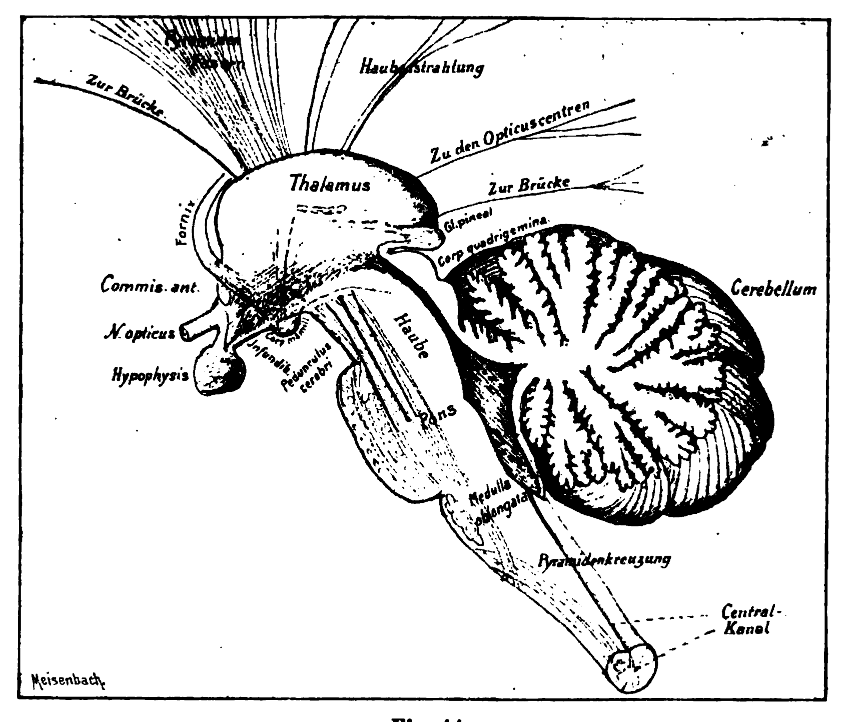


Fig. 44.
Sagittalschnitt durch das Zwischenhirn und die hinter ihm liegenden Gebilde, genau in der Mittellinie. Die Verlaufsrichtung einer Anzahl Stabkranzfasern ist durch Linien angedeutet.

Im vordersten Theil dieses Daches liegen die Fasern der Commissura posterior, dicht hinter derselben die Vierhügel. Der verengte Ventrikel, welcher jetzt unter dem Dach einherzieht, hat auf der Strecke, wo er dem Mittelhirn angehört, den Namen Aquaeductus Sylvii erhalten. Der Eingang zum Aquaeductus liegt dicht unter der Commissura posterior. Er ist überall von centralem Höhlengrau umgeben. Ueber dem Hinterhirn erweitert sich der Kanal wieder, dort heisst er Ventriculus quartus. Sein Boden wird von der Rautengrube, sein Dach vom Kleinhirn gebildet.

Wollen Sie an Fig. 44, einem Sagittalschnitt durch das Gehirn, das Auftreten des Mittelhirndaches, der vorstehenden Schilderung folgend, studiren.

Noch mit wenigen Worten sei der Glandula pinealis (Zirbel) gedacht, die mit ihren an der Innenfläche des Thalamus verlaufenden Stielen einen Rest des Zwischenhirndaches darstellt (s. Fig. 4). Die Zirbel enthält fast keine nervösen Elemente. Sie besteht wesentlich aus zum Theil hohlen Epithelschläuchen, die durch Wucherung der primären Ausstülpung entstanden sind. Die Stiele, Pedunculi glandulae pinealis, enthalten markhaltige Fasern und reichen nach vorn bis an das Ganglion habenulae des Thalamus.

Die Zirbel enthält ausser den Schläuchen und reichlichen Gefässen noch den Hirnsand, kleine Concremente von geschichtetem Bau, die wesentlich aus Kalksalzen und geringer organischer Grundlage bestehen.

Ueber die Lage der Glandula pinealis am hinteren Thalamusende, zwischen den Vierhügeln, orientirt Sie Figur 43.

Wir haben bislang noch keine Gelegenheit genommen, die Hirnbasis eingehender zu betrachten. Jetzt, wo uns die Herkunft mehrerer dort liegender Gebilde bekannt ist, mag es an der Zeit sein, ein Gehirn mit der Basis nach oben gekehrt sauber von der Pia und den Gefässen zu befreien und das Präparat zu studiren.

Die nachfolgende Abbildung, welche die Hirnbasis darstellt, kann als Wegweiser dienen. Zunächst sehen Sie aus der Masse des Grosshirns die Hirnschenkel hervortreten. Dicht vor ihnen, in dem Raume, der hier zum grössten Theil vom Sehnerv verdeckt ist, liegt die Substantia innominata, welche die Linsenkernschlinge und den unteren Thalamusstiel enthält. Früher demonstrirte Frontalschnitte haben Sie belehrt, dass die weisse hier sichtbare Masse, der Fuss, die direkte Fortsetzung von Fasern der inneren Kapsel ist. Nach kurzem Verlaufe wird der Hirnschenkel bedeckt von dicken Fasermassen, welche quer über ihn hin von einer Kleinhirnhälfte zur anderen zu ziehen scheinen. Diese werden als Brückenfasern, Fibrae pontis, bezeichnet. Jenseits der Brücke tritt ein Theil der im Hirnschenkelfuss enthaltenen Fasern als Pyramiden wieder zu Tage, ein anderer Theil hat in Ganglien, welche zwischen die Brückenfasern eingesprengt sind, sein Ende gefunden.

Die graue Substanz zwischen den Hirnschenkeln heisst Substantia perforata posterior. Sie grenzt innen an die Regio subthalamica. Vor ihr liegen die Corpora mammillaria, jene beiden rundlichen Ganglien, welche wir vorhin auf dem Querschnitt kennen lernten, dieselben, zu denen das Viq' d'Azyr'sche Bündel aus dem Thalamus gelangt, dieselben, aus denen der aufsteigende Fornix zu entspringen scheint.

Vor den Corpora mammillaria wölbt sich der Boden des mittleren Ventrikels, welcher hier als Tuber cinereum bezeichnet wird, nach unten vor, so dass ein Trichter entsteht, dessen Lumen nur die Fort-

setzung des Ventrikels ist. Unten am spitzen Ende dieses Trichters, des **Infundibulum**, hängt die **Hypophysis**.[1])

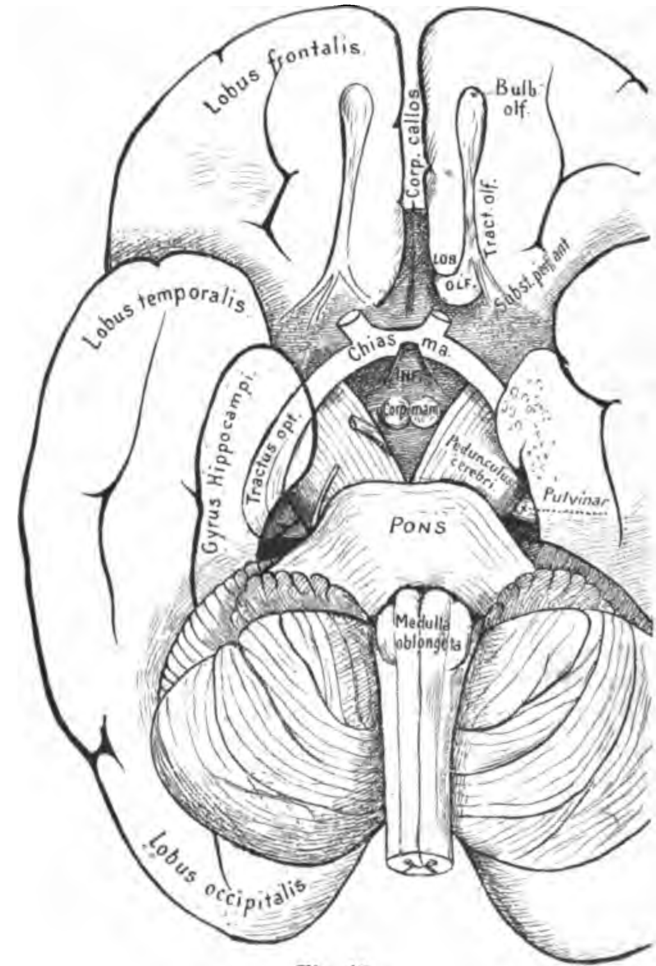


Fig. 45.
Die Basis des Gehirns; der linke Lobus temporalis z. Th. durchsichtig gedacht, um den ganzen Verlauf des Tractus opticus erkennen zu lassen.

1) Die Hypophysis, ein etwa kirschgrosser Anhang der Hirnbasis, besteht zunächst aus der Fortsetzung des Ventrikelbodens (Lobus infundibuli), welche wesentlich bindegewebiger Natur ist. Vor diesem liegt der Haupttheil der Hypophyse, ein aus Epithelschläuchen gebildeter Knäuel, welcher fest mit dem Lobus infundibuli verwachsen ist und, wie Sie wissen, aus der Rachenschleimhaut stammt. Bei den Wirbelthieren, die nicht Säuger sind, ist dieser Epitheltheil der Hypophyse gar nicht mit dem Lobus infundibuli verwachsen.

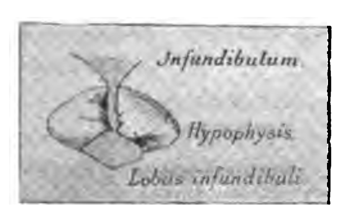


Fig. 46.
Die Hypophysis (nach Schwalbe) von hinten gesehen.

In weitem Bogen um das Infundibulum und über die Hirnschenkel weg ziehen in der Richtung nach dem Pulvinar des Thalamus die Tractus optici. Beiderseits, durch den Lobus temporalis verdeckt, krümmen sie sich um den Ursprung der Hirnschenkel nach oben aussen zum Corpus geniculatum laterale und dem Pulvinar hinauf.

Vorn vor dem Infundibulum vereinigen sie sich zu dem Chiasma, aus dem nach Kreuzung eines Theiles ihrer Bündel und nach dem Austausch von Commissurenfasern die Nervi optici hervorgehen.

Vor den Tractus, nach aussen vom Chiasma, liegt dicht unter dem vorderen Theil des Corpus striatum die Substantia perforata anterior, eine graue, von zahlreichen Piagefässen durchbrochene Masse. Das kleine, von den Ursprungsfäden und dem untersten Theil des Stammes des Nervus olfactorius überzogene Rindengebiet am Stirnlappen, vor der Substantia perforata anterior, heisst Tuber olfactorium. Es bildet mit dem Tractus olfactorius und dessen vorderer Anschwellung, dem Bulbus olfactorius, den unbedeutenden Rest eines bei Thieren mächtig entwickelten Hirntheiles, des Lobus olfactorius. Die Fasern der Riechnerven stammen zum Theil aus der grauen Substanz des Tuber und der Substantia perf. ant., zum Theil vielleicht auch aus der Commissura anterior (s. Fig. 29 und S. 38).

Die graue Platte zwischen beiden Ursprungsstellen der Riechnerven setzt sich nach vorn ganz direkt in das Balkenknie fort. Sie hatte in der Embryonalzeit eine relativ grössere Ausdehnung; zur Zeit als die Vorderhirnblase noch nicht so tief durch den primären Längsspalt eingeschnitten war, krümmte sie sich noch nicht hinauf zum Balken; das ganze Vorderhirn schien auf ihr zu ruhen, schien von ihr an der Basis geschlossen zu werden. So hat sie den Namen embryonale Schlussplatte erhalten. In Figur 6 und 7 ist ihr Frontalschnitt unter der Anlage des Corpus striatum wohl zu sehen. Jetzt ist sie nur noch eine kleine graue, wenig gewürdigte Stelle, die am vordersten Punkte der Grosshirnbasis liegt.

Die Sehhügel liegen so nahe überall der inneren Kapsel auf, dass nur selten Erkrankungen zur Beobachtung kommen, welche nur die Thalami betreffen, und auch bei solchen bleibt es oft zweifelhaft, wie viel von den auftretenden Erscheinungen darauf zu beziehen ist, dass indirekt die benachbarten Fasern der Kapsel in ihren Functionen gestört wurden. Deshalb ist es noch nicht möglich gewesen, die Symptome sicher festzustellen, welche von einer Sehhügelerkrankung erzeugt werden. Nach Meynert werden dabei die Innervationsgefühle der oberen Extremitäten gestört. Dadurch sollen Wahnideen über die Haltung dieser Glieder und aus diesen wieder Zwangsstellungen entstehen. Motorische Lähmung wird wahrscheinlich nicht durch Sehhügelzerstörung erzeugt, ebensowenig sensible. Sehstörungen in Form der homonymen lateralen Hemianopie, vielleicht auch der gekreuzten Amblyopie, wurden wiederholt beobachtet. Ebenso wurden bei Sehhügelerkrankungen nicht so ganz selten die Symptome der Hemichorea, der Athetose, des halbseitigen Zitterns gesehen. Doch sind diese letzteren auch schon

bei Herden an anderen Stellen des Gehirns und sogar in Fällen beobachtet worden, wo gar kein pathologischer Befund nachgewiesen werden konnte.

Die gleiche Schwierigkeit liegt vor, wenn es gilt, die Symptome bei Erkrankung des Corpus striatum festzustellen. Was bislang als solche beschrieben wurde (Hemiplegie z. B.) kann ebensowohl durch Mitbetheiligung der nahen Capsula interna entstanden sein. Es ist ein Fall von Zerstörung beider Putamina bekannt, der ohne ein darauf zu deutendes Symptom verlief.

Wenn eine Affection lediglich die Hirnbasis vor der Pons betrifft, werden die Symptome, welche durch Reizung oder Lähmung der dort liegenden Nerven erzeugt werden, die zur Diagnose weitaus wichtigsten sein. Dazu können sich noch, wenn die Hirnschenkel mit betroffen werden, Motilitäts- und Sensibilitätsstörungen in den Extremitäten einstellen; eine genaue Analyse der betroffenen Partien führt oft zu recht scharfer Diagnose.

Sechste Vorlesung.

Die Regio subthalamica, die Vierhügelgegend und der Opticusursprung.

M. H.! Wir haben in der letzten Vorlesung die Verfolgung der Hirnfasern nach abwärts für kurze Zeit unterbrochen, um die Gebilde der Gehirnbasis etwas näher kennen zu lernen. Lassen Sie uns aber da wieder anknüpfen, wo wir abbrachen.

Wir hatten Folgendes constatirt: In der Gegend des hinteren Thalamusgebietes etwa treten die Züge der inneren Kapsel, soweit sie nicht im Thalamus geblieben oder sich in den unter ihm liegenden Ganglien verloren haben, frei an der Hirnbasis, wo sie den Fuss des Hirnschenkels bilden, hervor. Ueber dem Thalamus sind neu aufgetreten der Nucleus ruber und das Corpus subthalamicum. Aus der inneren Kapsel tritt an diesen dorsal vorbei ein direkter Zug der Haubenstrahlung, ein anderer hat erst den Nucleus lentiformis passirt und ist dann in Beziehung zu den Ganglien getreten, indem er um dahin zu gelangen die Capsula interna durchbrach. Der erste Zug empfängt aussen oben vom rothen Kern einen Zuwachs aus dem zweiten Zug(?), also aus der Linsenkernfaserung. Beide zusammen heissen von jetzt an „obere Schleife“ und können weit hinab bis in das Rückenmark hinein verfolgt werden.

Es ist noch nicht ganz sicher, dass die obere Schleife nur aus der Haubenfaserung und dem Corpus striatum, besonders aus der Linsenkernschlinge stammt. Bei Früchten aus dem siebenten Monat ist sie bereits sehr deutlich und markhaltig. Der Thalamus enthält zu dieser Zeit ausser dem Viq' d'Azyr'schen Bündel keine markhaltigen Fasern, die Capsula interna nur die Haubenstrahlung.

Aus dem Thalamus treten Fasern, L a m i n a e m e d u l l a r e s T h a l a m i, zum rothen Kern, andere gehen zum Corpus subthalamicum. Zwischen dem Hirnschenkelfuss und all diesen Fasern und Ganglien,

deren Gesammtheit die **Haube** bildet, ist hinter dem Corpus subthalamicum die Substantia nigra aufgetreten. Wie sich der Ventrikel zum Aquaeductus verengt, wurde auch bereits geschildert.

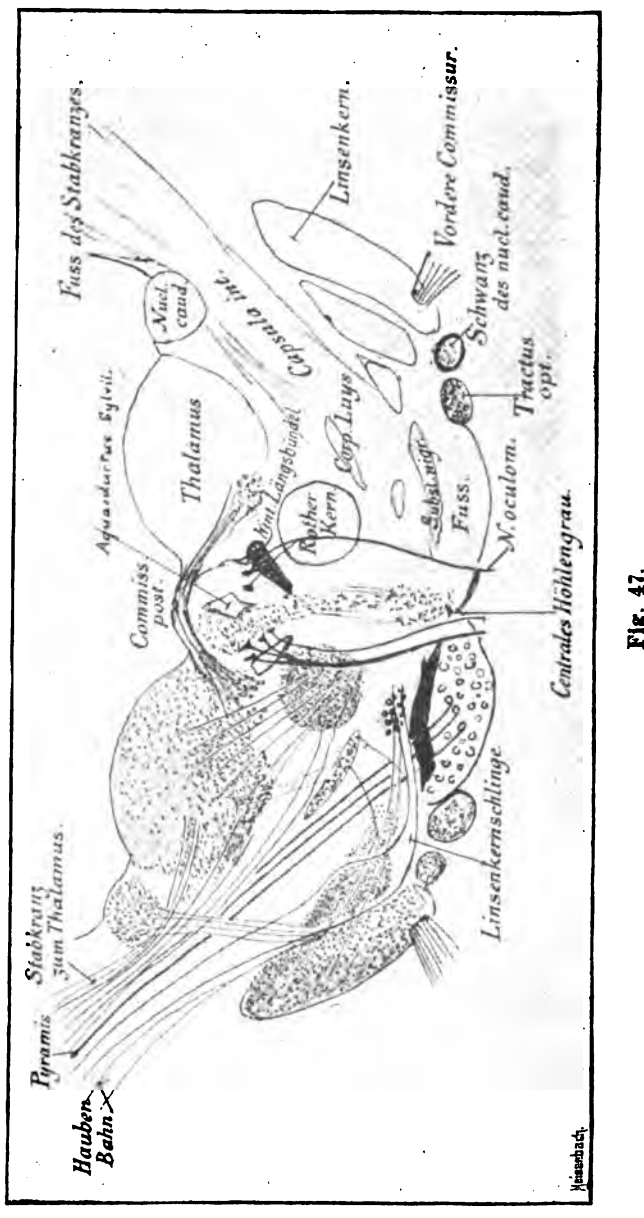


Fig. 47.

Schema eines Schnittes durch die Gegend unter der Commissura posterior. Zeigt die Ganglien und den Verlauf einiger Fasern der Regio subthalamica. Die Commissura posterior endet weiter einwärts als die Zeichnung es angiebt. Die Lage der oberen Schleife dicht über der Substantia nigra ist erst in tieferen Ebenen so, wie sie hier abgebildet ist. In Wahrheit wäre sie in dieser Höhe nach aussen oben vom rothen Kern zu suchen. Der Schnitt ist etwas weiter hinten als der in Fig. 37 gezeichnete angelegt.

Unter dem Aquaeductus ziehen nun die Gebilde der Haube und die Fasern des Fusses weiter nach hinten. Ueber ihnen liegt, was aus dem Dach des Mittelhirns hervorging, die **Corpora quadrigemina**. Die

folgende Abbildung zeigt die Vierhügel von oben gesehen. Sie liegen auf den Hirnschenkeln etwas zwischen die Thalami hineingeschoben. Hinter ihnen kommt jederseits ein starker Faserzug aus der Tiefe, der sich in das Kleinhirn einsenkt. Es ist der Bindearm oder vordere Kleinhirnschenkel. Auf Figur 41 sehen Sie denselben aus dem rothen Kern, der ja unter dem Thalamus und den Vierhügeln in der

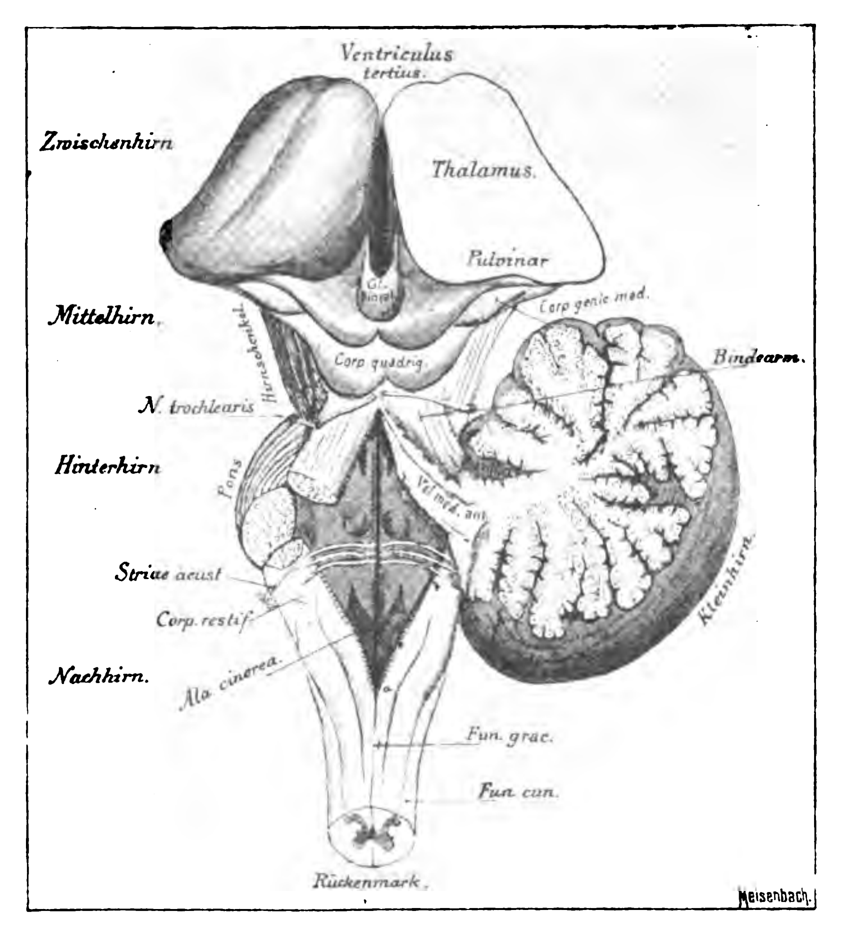


Fig. 48.
Die Gehirntheile vom Thalamus bis zum Rückenmark (der „Hirnstamm"). Das Cerebellum gespalten und links abgetragen.

Haube liegt, entspringen. Hinter den Vierhügeln tritt er aus der Haube heraus an die Oberfläche.

Die Vierhügel (Corpora quadrigemina) bilden Ursprungsstätten des Tractus opticus. Der vordere erhält, wie der Thalamus, Fasern aus dem Rindengebiet des Hinterhauptlappens, welche in der Sehstrahlung zur inneren Capsel verlaufen und von da als vor-

derer Vierhügelarm zu ihm aufsteigen. In eben diesem Arm verlaufen nach abwärts die Fasern zum Tractus selbst.

Der vordere Vierhügelarm, welcher also aus Fasern von der Rinde und aus solchen zum Tractus zusammengesetzt ist, tritt nur zum Theil in das Vierhügelganglion ein, zum anderen Theil überzieht er dessen graue Oberfläche (Stratum zonale). Der hintere Vierhügel steht zwar direkt und durch das Corpus geniculatum mediale mit dem Tractus opticus in Verbindung, es ist aber fraglich ob er Fasern enthält, die zum Sehacte selbst benutzt werden. Sein Arm stammt aus dem Corpus geniculatum mediale und aus einer bisher noch nicht er-

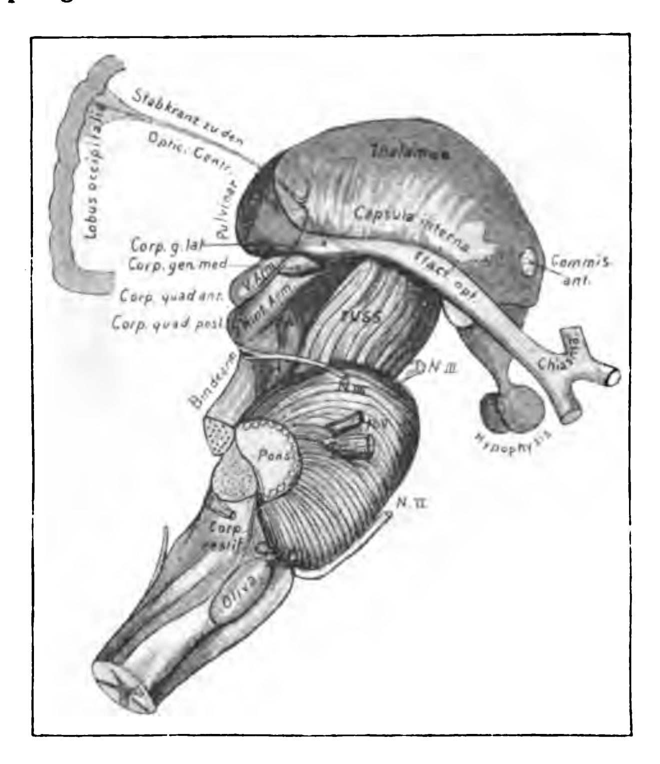


Fig. 49.
Thalamus und Corpora quadrigemina von der Seite gesehen. Das Vorderhirn da abgetrennt, wo seine Stabkranzfasern in die Capsula interna treten. Schematisch ist das Verhalten der Sehstrahlung zum hinteren Theil der Kapsel und zu den Ursprungsstellen des Opticus angedeutet.

wähnten Quercommissur (Gudden'sche Commissur), welche mit dem Tractus opticus zum hinteren Winkel des Chiasma gelangt.

Von der Seite her ist die Lage der Vierhügelarme zu den Ganglien und zum Tractus opticus ganz deutlich, ebenso die Lage der Corpora geniculata, des C. g. mediale, das dem hinteren Arm eng anliegt und C. g. laterale, welches zwischen Pulvinar und Tractus opticus eingeschaltet zu sein scheint und dessen schon bei Besprechung des Thalamus gedacht wurde. Aus beiden kleinen Ganglien bekommt der

Tractus opticus Fasern, ausserdem solche aus dem Pulvinar Thalami, aus anderen Theilen des Thalamus und von dessen Stratum zonale. Die Opticusfasern aus den vorderen Vierhügeln wurden vorhin erwähnt. Sie verlaufen wohl zum grössten Theil im Arm des vorderen Hügels. Ausserdem bezieht der Nerv Wurzelfasern aus der Gegend des Corpus subthalamicum und aus der grauen Substanz in der Gegend des Infundibulum.

Da es nicht ganz leicht ist, sich ein Bild von den verschiedenen Ursprungsstätten des Tractus opticus zu machen, so habe ich versucht, Ihnen in Anlehnung an Zeichnungen und Angaben von J. Stilling

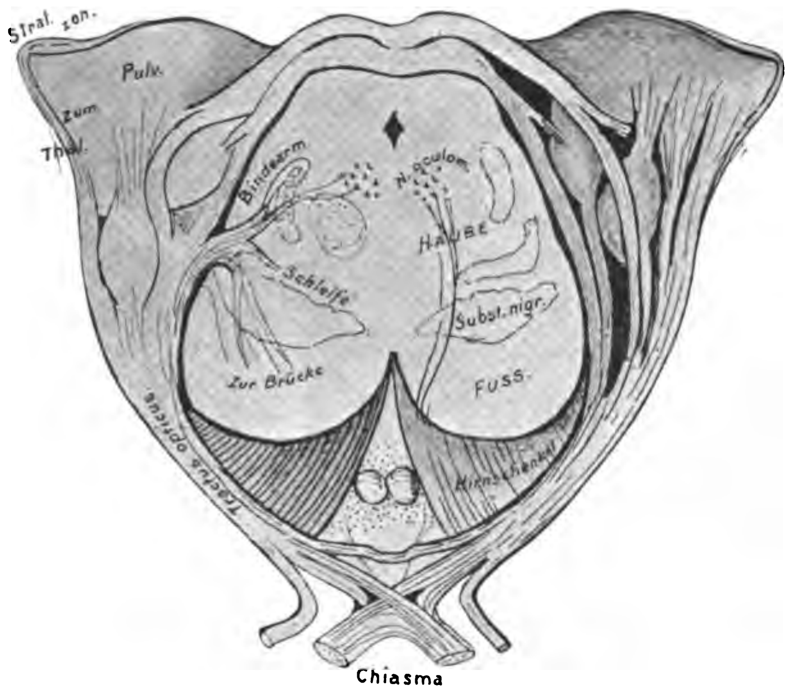


Fig. 50.

Abfaserungspräparat der Sehnervenursprünge, zum Theil schematisirt, zeigt die Vierhügel, den Thalamus und die Corpora geniculata von hinten gesehen. Die Hirnschenkel, welche durchschnitten sind, werden im Bogen von den Tractus optici umzogen. Diese vereinigen sich vorn zum Chiasma. Das letztere ist genau nach einem Abfaserungspräparat von Stilling copirt.

ein Schema der wichtigsten hier in Betracht kommenden Verhältnisse vorzulegen. Wollen Sie ausserdem Fig. 57 vergleichen.

In der linken Hälfte des Schemas sehen Sie eine noch nicht erwähnte Wurzel des Opticus. Sie tritt in den Hirnschenkel, wo sie nach abwärts zur Brücke, zum Theil auch zu den Oliven gelangen soll, ein Theil von ihr wendet sich im Bindearm dem Kleinhirn zu, ein anderer tritt zum Kern des Oculomotorius. Dieser letztere Zug enthält höchst wahrscheinlich die Fasern, durch die bei Lichteinfall (Opticusbahn) Pupillenverengerung (Oculomotoriusbahn) zu Stande kommt.

Für einen Theil der hier genannten Ursprungsstätten des Opticus ist der Zusammenhang mit der Rinde des Occipito-Temporalgebietes aufgefunden. Die betreffenden Fasern bilden die Sehstrahlung, welche vom Hinterhauptlappen zum hintersten Theil der inneren Kapsel gelangt und von da in den Thalamus und den vorderen Vierhügelarm verfolgt wurde. So ganz sicher ist das aber doch noch nicht. Gerade in der Gegend, welche hier in Betracht kommt, vermengen sich so vielerlei Fasern, dass Irrthümer nur allzuleicht möglich sind. Eines ist sicher, dass nämlich bei zerstörenden Krankheitsherden im Hinterhauptlappen und im hintersten Theil der inneren Kapsel ganz ähnliche Sehstörungen auftreten, wie wenn der Sehnerventractus der betreffenden Seite gelitten hätte. Es fällt die äussere Gesichtsfeldhälfte des gleichseitigen und die innere des entgegengesetzten Auges aus.

Lassen Sie uns jetzt, wo wir im Allgemeinen etwas über die Vierhügelgegend orientirt sind, einen Schnitt betrachten, der etwa 5 mm hinter dem auf Figur 47 abgebildeten angelegt ist, der also das vordere

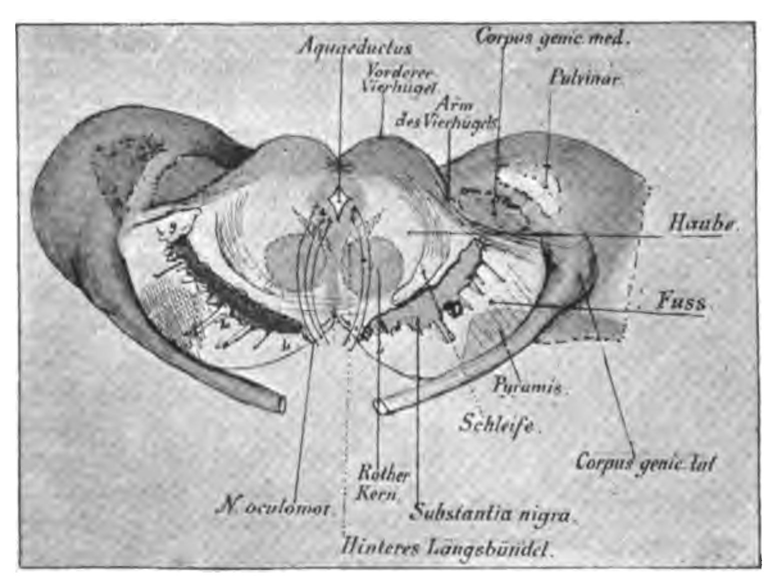


Fig. 51.
Querschnitt durch die vorderen Vierhügel (schematisirt).

Vierhügelpaar durchschneidet, unter ihm durch die Gebilde der Haube geht und schliesslich die Hirnschenkel durchtrennt.

Orientiren wir uns nach dem bereits Bekannten. Beiderseits aussen liegt das Pulvinar Thalami, aus dem der Sehnerv zu kommen scheint. Das Corpus geniculatum laterale ist in seinen Verlauf wie eingeschaltet. Er bekommt einen, namentlich links deutlichen, Zuzug aus dem vorderen Vierhügelarme, über dem Sie das vom Schnitt getroffene Corpus geniculatum mediale erkennen.

Unter dem Pulvinar kommt der Hirnschenkelfuss aus der Tiefe.

In ihm sind an dieser Stelle die folgenden Züge noch enthalten: 1. Die Fasern aus der motorischen Region der Rinde, die wir im Stabkranz und der Capsula interna als Pyramidenbahn kennen gelernt haben. Sie liegen, etwas dunkler schattirt, nahe der Mitte. 2. Die Fasern aus dem Stirnhirn zur Brücke, nach innen von der Pyramidenbahn gelegen. 3. Die Fasern aus dem Schläfen- und Hinterhauptlappen zur Brücke. Sie sind nach aussen von der Pyramidenbahn gelegen. Ueber diesen drei Theilen des Hirnschenkelfusses, von denen die erste, die Pyramidenbahn, zuerst markhaltig wird, liegen Fasern, wahrscheinlich aus dem Corpus striatum (bei I), die nicht eingezeichnet sind (vgl. Figur 38) und dann folgt die Substantia nigra, eine Anhäufung von feinen Nervenfäserchen und Ganglienzellen noch ganz unbekannter Bedeutung. Nach aussen von ihr (etwa bei *g* der Figur 51) liegt noch ein kleines bislang meines Wissens noch nicht beschriebenes Ganglion.

In der Haube fallen Ihnen zunächst die beiden grossen runden grauen Querschnitte auf, sie gehören den rothen Kernen an (vgl. Fig. 47); das Corpus subthalamicum, welches auf dem Fig. 42 abgebildeten Schnitt neben ihnen lag, ist in dieser Höhe verschwunden.

Der rothe Kern, in den Fasern aus dem Thalamus und aus der Haubenstrahlung gelangen, ist unter den Vierhügeln schon reich an markhaltigen Fasern. Diese ziehen unter den hinteren Vierhügeln nach der Mittellinie und kreuzen sich da mit denen der anderen Seite. Sie gehören dem Bindearm oder oberen Kleinhirnschenkel an; die Kreuzung heisst Bindearmkreuzung. Auf der Figur 52 ist sie sehr deutlich. Noch weiter hinten bilden die gekreuzten Bindearme bereits dicke nach aussen vom rothen Kern liegende Bündel, die dann immer weiter nach aussen rücken und schliesslich an die äussere Oberfläche gelangen. Von da ziehen sie rückwärts zum Kleinhirn, wie es in Figur 48 zu sehen ist.



Fig. 52.
Anfang der Brücke, Neugeborener, Hämatoxylinfärbung. Kreuzung der Bindearme.

Ein fast horizontal durch den Thalamus, die Vierhügel und das Kleinhirn gelegter Schnitt, der dem Verlauf der Bindearme folgt, würde etwa in der Weise der Fig. 53 die Beziehungen zwischen Thalamus, Nucleus ruber, Haubenstrahlung, Bindearm und Cerebellum erkennen lassen.

Im Kleinhirn tritt der Bindearm in das Corpus dentatum. Er enthält ausser Fasern aus dem rothen Kern (Haubenstrahlung und Thalamusbündel) auch direkte Fasern zum Opticus, dann vielleicht Fasern aus der Schleife.

Nach aussen vom rothen Kern liegt in Figur 51 ein dickes Bündel schräg abgeschnittener Fasern, die unter den Vierhügeln hervorzukommen scheinen. Sie ziehen nach abwärts in die Gegend über der Substantia nigra. Diese Fasern entstammen zum grossen Theil dem Ueberzug der Vierhügel, dann einer kleinen Ganglienzellenanhäufung, welche unter dieser liegt. Man bezeichnet dieselben als untere Schleife. Die obere Schleife, welche zum grossen Theil aus der Haubenstrahlung, resp. der Linsenkernschlinge stammt, liegt in den Schnittebenen, die wir eben besprechen, etwas nach aussen und unten vom rothen Kern als geschlossenes Bündel von Querschnitten. Innen und aussen von ihr legen sich die Fasern der unteren Schleife ihr an. So entsteht eine breite Schicht von Querschnitten direkt neben der Substantia nigra, die als Schleifenschicht bezeichnet wird [1]. Die Schleifenschicht enthält also zwei Elemente, die obere und untere Schleife. Oben wurde gesagt, dass die Herkunft der oberen Schleife noch nicht ganz befriedigend aufgeklärt ist. Auch für die untere Schleife gilt das. Noch ist nicht für alle ihre Fasern nachgewiesen, aus welchen Elementen sie stammen. Die untere Schleife bekommt schon früh, etwa in der 26. Fötalwoche ihr Mark, doch nur in einem Theil ihre Bündel, die obere etwa in der 30. Woche. Die letztere kann in der Fötalzeit nicht höher als bis unter die Vierhügel verfolgt werden, wo eine Anzahl kleiner Ganglienzellen an ihrem Endpunkte getroffen wird, die man als oberen Schleifenkern bezeichnen könnte.

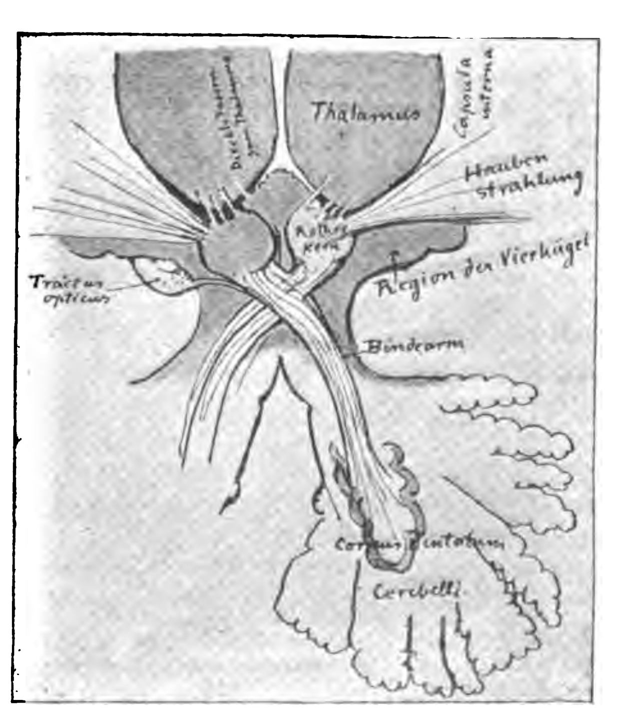


Fig. 58.
Schematisch gehaltener Horizontalschnitt durch die Bindearmkreuzung und ihre Umgebung.

Die Schleifenschicht kann nach abwärts bis in die Hinterstränge

1) In der Bezeichnung der Schleifenabschnitte differiren die Autoren sehr.

des Rückenmarkes mit grosser Sicherheit verfolgt werden. Auf allen Querschnitten durch Mittelhirn und Brücke liegt sie als Band von Nervenfasern über der Fussfaserung. In der Medulla oblongata rückt sie dicht an die Mittellinie und breitet sich mehr von hinten nach vorn aus. Dort beginnt sie ihre Fasern über die Mittellinie hinaus als Fibrae arcuatae in die Hinterstränge der entgegengesetzten Seite zu senden. Wenigstens gilt das für den Theil, welcher im 7. Fötalmonat markhaltig ist. Diese von vielen bisherigen Darstellungen wesentlich abweichende Schilderung soll in der Vorlesung über die Medulla oblongata ihre nähere auf die Daten der Entwicklungsgeschichte gestützte

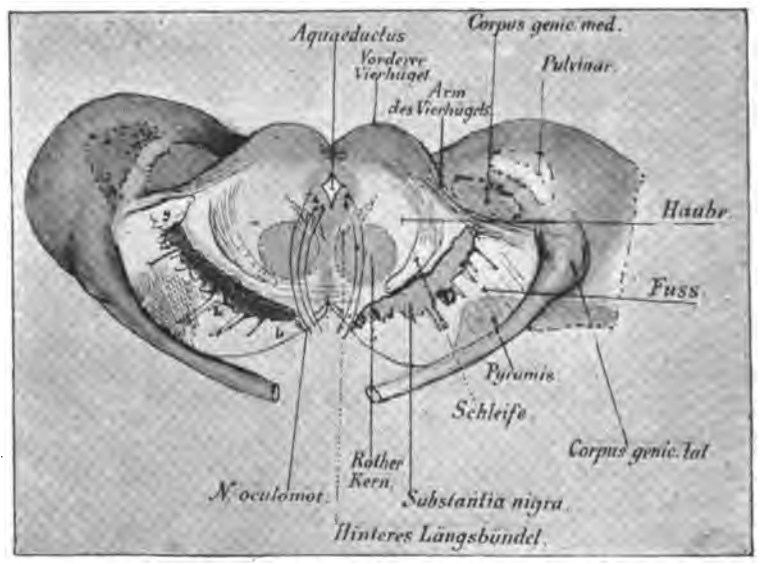


Fig. 54.
Schnitt durch die vorderen Vierhügel.

Begründung erfahren. Nehmen Sie einstweilen an, dass wir es in der Schleifenschicht unter Anderem mit der direkten Fortsetzung der sensibeln Fasern des Rückenmarkes zu thun haben.

Der Raum, welcher über der Schleifenschicht, zwischen der Faserung der unteren Schleife und dem rothen Kern liegt, ist von einzelnen Bündelchen längsverlaufender Fäserchen erfüllt, zwischen denen, beim Erwachsenen wenigstens, kleine Ganglienzellen hier und da liegen, die ihre Ausläufer senkrecht auf die Richtung der Längsfasern aussenden [1]). So entsteht ein etwas netzförmiges Bild. Die Gesammtheit dieser Fasern

1) Die Längsfasern der Substantia reticularis sollen zum Theil aus dem Thalamus stammen, den sie durch die Commissura posterior verlassen haben. Doch ist das nach Befunden an Embryonen wenig wahrscheinlich. Zum Bilde der Querfaserung trägt in der Region der unteren Vierhügel die Bindearmkreuzung, in der Region der oberen die Faserung der Commissura posterior viel bei.

wird daher als **Substantia reticularis** bezeichnet. Ueber Aussehen und Ausdehnung der Substantia reticularis orientirt Sie Figur 59. Es ist wahrscheinlich, dass in derselben, unter anderen, Fasern zu den Kernen der Gehirnnerven verlaufen. Die Längsfasern werden fast gleichzeitig mit der untern Schleife markhaltig.

In der Höhe der vorderen Vierhügel, ja noch etwas weiter nach vorn, treten nach aussen vom **centralen Höhlengrau**, das den Aquaeductus Sylvii umgiebt, Ganglienzellen auf, welche einem Hirnnerven, dem Nervus oculomotorius, Ursprung geben. Der **Oculomotoriuskern** wird weiter hinten noch etwas stärker. Er sendet seine Fasern durch die Haube und den Fuss nach der Vorderseite des Gehirns, wo sie als dicke Bündel geeint austreten. Vergl. Fig. 107.

Der Oculomotoriuskern liegt ventral vom Aquaeductus Sylvii, also in dessen Bodentheil. Wir werden in der Folge, wenn wir in der Betrachtung der Haubengegend allmälig abwärts schreiten, den Kernen fast aller übrigen Hirnnerven in dieser Bodenregion begegnen.

Der Kern des Oculomotorius besteht aus mindestens fünf Ganglienzellengruppen, die, nur zum Theil unter sich verbunden, Alle Fasern zum Nerv senden.

Aus jedem Hirnnervenkerne entspringt der betreffende Nerv **direkt**, **zu** jedem treten Fasern aus höher oben liegenden Hirntheilen, welche von der entgegengesetzten Seite kommen und sich in der Mittellinie kreuzen, ehe sie in den Kern eintreten. Klinische Erfahrungen sprechen dafür, dass der obere Theil der Hirnnervenbahn, derjenige vor dem Kern, bis in die Grosshirnrinde zieht. Wenigstens ist das für den Facialis, den Glossopharyngeus, Accessorius, Hypoglossus und Trigeminus sehr wahrscheinlich. Die Fasern der drei erst genannten Nerven liegen nahe dem Knie der inneren Kapsel, in deren hinterem Schenkel (Fig. 35), die cerebralen Fasern für den Trigeminus sind im hintersten Theil der Kapsel zu suchen. Läsionen dort können gekreuzte Trigeminusanästhesie erzeugen.

Sie werden, meine Herren, viele pathologische Erscheinungen von Seiten des Nervensystems besser verstehen, wenn Sie einstweilen das umstehende einfache Schema einer Innervationsbahn acceptiren. Jeder periphere Nerv, zunächst gilt das nur für die motorischen, endet im Centralorgan in einem Kern. Nerv und Kern bilden das erste Glied der Bahn; zu dem Kern gelangt aus der Rinde des Vorderhirns ein Stabkranzzug als das zweite Glied der Kette: Nerv, Kern — Stabkranz, Rinde.

Wenn nur das erste Glied intact ist, können die betreffenden Muskeln noch durch elektrische, mechanische, reflectorische Reize, bei Thieren auch bis zu einem gewissen Grade durch Willensimpulse zur Bewegung gebracht werden; wird Nerv oder Kern zerstört, so ist absolute Lähmung da. Zur vollen Möglichkeit des bewussten Wollens aber bedarf es der Intactheit des zweiten Gliedes; ja bei dem hoch ausgebildeten Gehirn des Menschen ist überhaupt, wenn das zweite Glied unterbrochen ist, kein Bewegen durch den Willen mehr möglich. Wenn Jemand durch Schlagfluss eine Zerreissung

der Capsula interna bekommt, so sind die Muskeln der gekreuzten Körperhälfte nicht eigentlich gelähmt; sie können nur nicht mehr durch den Willen, wohl aber durch andere Reize zur Contraction gebracht werden. Anders ist es, wenn, bei der spinalen Kinderlähmung z. B., ein Nervenkern selbst zu Grunde geht; dann haben wir eine echte Lähmung, welche, meist irreparabel, zu Atrophie führt und bei der reflectorische und andere Reize wenig vermögen. Es sind eben die tieferen Centren, das erste Glied, von viel grösserer Wichtigkeit als die höheren, welche im zweiten Glied liegen. Ein Frosch, dem man die Hemisphären genommen, ein Hund, dem grosse Stücke der Rinde fehlen, lebt und bewegt sich ziemlich gut, da er noch die tieferen Centren besitzt. Auch bei dem Menschen ist es ein grosser Unterschied in Bezug auf die Aussicht auf Wiederherstellung der Function, ob die Gross-

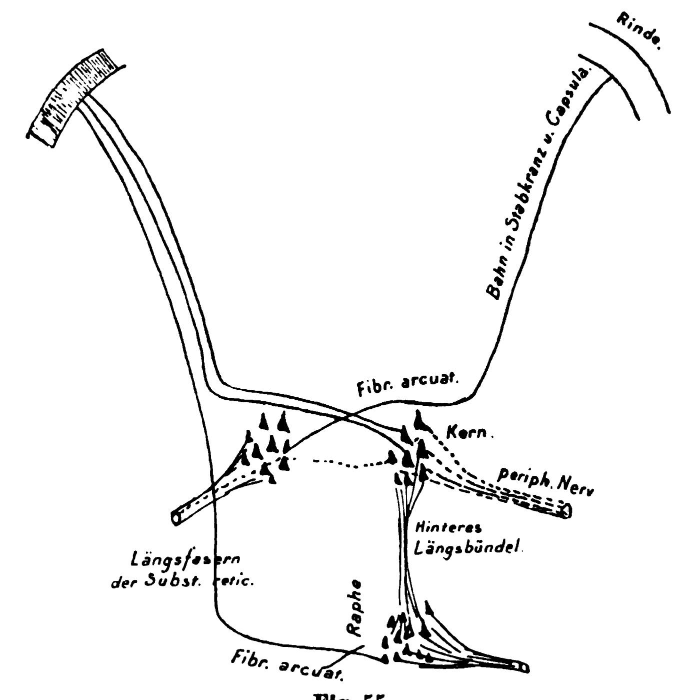


Fig. 55.
Schema der Innervationsbahn von der Hirnrinde bis zu den (motorischen) Hirnnerven.

hirnbahn oder eine tiefere Stelle des Innervationsweges unterbrochen ist.

Das Schema Fig. 55 sucht die wichtigsten Züge zu den Kernen der Hirnnerven wiederzugeben. Ausser der eben erwähnten centralen Bahn, dem Kern und der peripheren Bahn sehen Sie in demselben noch Linien aufgenommen, welche den Nervenkern mit tiefer liegenden Kernen anderer Nerven verbinden, ausserdem solche, welche aus einem Kern kommen, aber erst durch den Nerv der entgegenliegenden Seite das Centralorgan verlassen. Ganz weggelassen, weil noch zu unsicher, sind die Beziehungen des centralen Hirnnervenantheils zum Thalamus und zum Cerebellum.

Die Kerne der Augenmuskelnerven (und des Facialis?) sind unter sich durch beiderseits von der Mittellinie längs verlaufende Bündel ver-

bunden. Die betreffenden Fasern verlaufen nach vorn und aussen vom Aquaeducte und heissen in ihrer Gesammtheit **Fasciculus longitudinalis posterior, hinteres Längsbündel.** Der fast dreieckige Querschnitt dieses Bündels fällt an allen Schnitten von den Vierhügeln bis fast zum unteren Ende der Brücke dicht unter dem Boden des Ventrikels auf (Fig. 59 links). Da auf der ganzen Länge seines Verlaufes, wie man an Embryonen aus dem 6.—7. Monat, wo nur wenige andere Fasern markhaltig sind, gut sieht, Fasern aus ihm zu den Nervenkernen abgehen, da auch sein unteres Ende viel weiter hinab ragt als der Abducenskern, so ist es wahrscheinlich, dass das hintere Längsbündel ausser den Verbindungen der Augenmuskelnerven unter einander, auch noch Züge für andere Hirnnerven enthält.

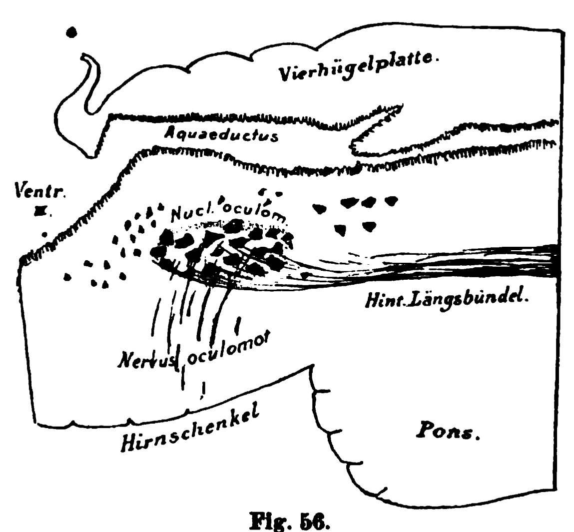


Fig. 56.

Längsschnitt durch die Vierhügelgegend eines menschlichen Fötus von 28 Wochen; nahe der Medianlinie. Die Aussenwand des Aquaeductus zum Theil getroffen. Endigung des hinteren Längsbündels im Oculomotoriuskern. Alle markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin gefärbt.

Das obere Ende des hinteren Längsbündels liegt an der Grenze von Vierhügelregion und Regio subthalamica, da wo die ersten Zellen des Oculomotoriuskernes auftreten. Der beistehende Längsschnitt liefert den Beleg dazu.[1])

Zwischen beiden hinteren Längsbündeln soll im Bereich der hinteren Vierhügel ein Faseraustausch stattfinden, durch den Oculomotorius und Trochlearis der einen Seite mit dem Abducens der anderen Seite verbunden werden.

Die zahlreichen Fasersysteme, welche in der Vierhügelgegend verlaufen, werden in ihren Abgrenzungen zu einander nur dann ganz klar, wenn man die Entwicklung ihrer Markscheidenbildung studirt. Ich möchte daher, meine Herren, diese Vorlesung nicht schliessen, ohne Ihnen ein diesbezügliches Präparat demonstrirt zu haben.

Sie sehen in Figur 57 einen Schnitt durch die vorderen Vierhügel, dicht an der hinteren Commissur von einem im 9. Fötalmonat gebo-

---

1) So nimmt es auch Flechsig an. Mir ist es nie gelungen, das Bündel weiter hinauf zu verfolgen. Entscheidend sind Serienschnitte in longitudinaler Richtung, die mit Hämatoxylin gefärbt sind, wie deren einer oben abgebildet ist. Es werden übrigens nicht alle Fasern des hinteren Längsbündels zu gleicher Zeit markhaltig.

renen Kinde. **A l l e** zu dieser Zeit markhaltigen Fasern sind durch Hämatoxylin geschwärzt.

An den eingeschriebenen Bezeichnungen orientiren Sie sich leicht. Noch nicht näher erwähnt ist das kleine Bündel im Kreis stehender Querschnitte, das zwischen beiden rothen Kernen liegt und mit *b* bezeichnet ist. Es stammt aus dem Ganglion habenulae Thalami und zieht von dort nach rückwärts zu einem kleinen zwischen den Hirnschenkeln liegenden Ganglion, dem G a n g l i o n i n t e r p e d u n c u l a r e. Dort kreuzt es sich vor seinem Eintritt in das Ganglion mit dem analogen B ü n d e l der anderen Seite. Es heisst F a s c i c u l u s r e t r o-

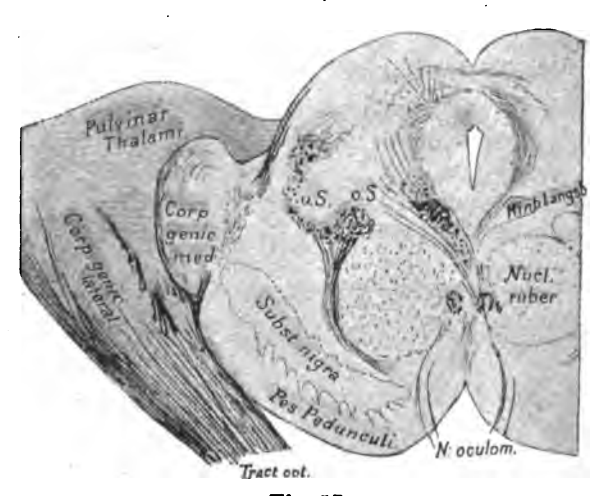


Fig. 57.
Frontalschnitt durch die vorderen Vierhügel einer Frucht aus dem neunten Monate.

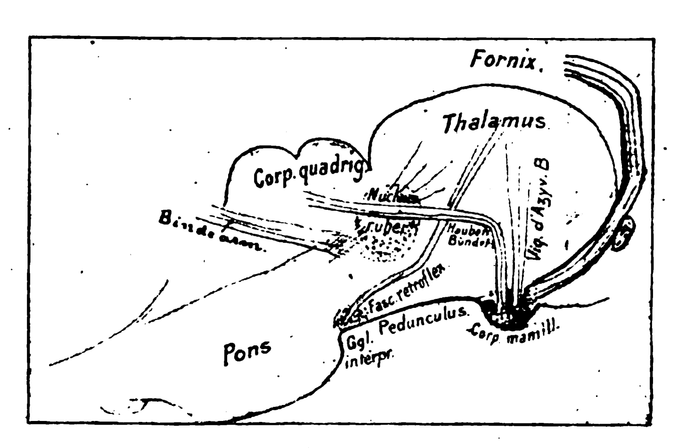


Fig. 58.
Schema eines Längsschnittes durch den Thalamus und die Vierhügel.

f l e x u s oder Meynert'sches Bündel. Sein Verlauf wird am besten aus Figur 58 klar.

Sie sehen an dem Schnitt von Figur 57 eine Menge Fasern aus der Schleife aussen um den rothen Kern in die Gegend über der Substantia nigra ziehen. Im Fuss ist im 9. Monate nur ein kleines innen liegendes

Bündelchen, das auf der Zeichnung nicht angegeben ist, markhaltig; es soll aus der Linsenkernschlinge stammen und später in die Schleife treten. Auf Figur 59 ist es eingezeichnet.

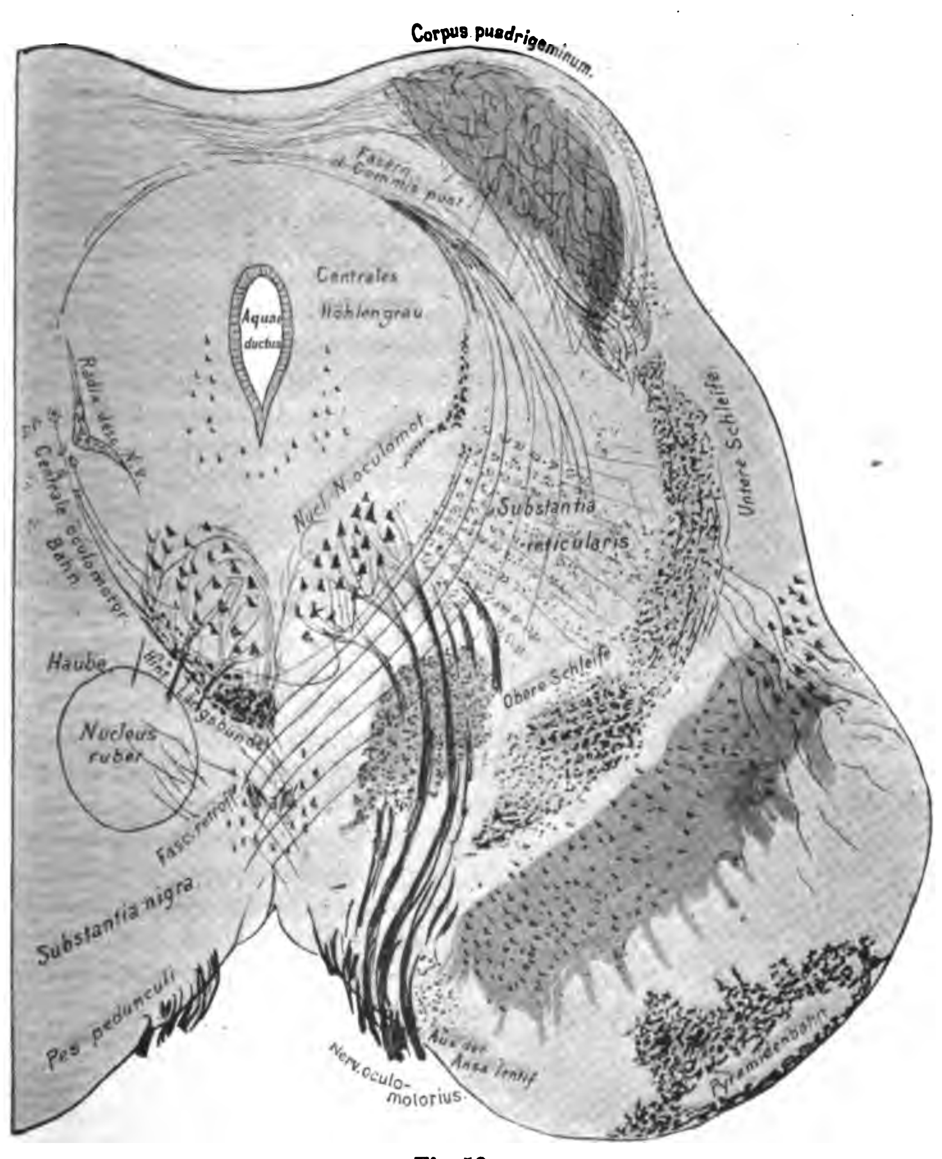


Fig. 59.
Schnitt durch die Vierhügelgegend. Combinirt nach Präparaten aus verschiedenen Entwicklungsstadien der Markscheidenbildung. Hämatoxylinfärbung. Vergl. Text S. 72.

Nach Präparaten aus verschiedenen Entwicklungsperioden ist der obige schematisch gehaltene Querschnitt durch die Vierhügelgegend zusammengestellt. Er soll zur Recapitulation die Lage und den Verlauf

einiger wichtigerer Faserzüge zeigen. Die Beziehungen des hinteren Längsbündels (nur links gezeichnet) zum Oculomotoriuskern, der Verlauf der centralen Oculomotoriusfasern und die Kreuzung eines Theiles derselben, der Ursprung der Nerven aus dem Kern sind deutlich. Zum Studium der meisten dieser Verhältnisse empfehlen sich Embryonen aus dem 6.—7. Monat. Die übrigen Bestandtheile der Haube, besonders die Fasern aus der hinteren Commissur, der Nucleus ruber und die Schleife entsprechen dem Verhalten im 9. Schwangerschaftsmonate. In die Fussregion ist die Pyramidenbahn nach einem Präparat aus der 1. Lebenswoche eingezeichnet. Die Fäserchen, welche rechts aussen von der Haube in den Fuss ziehen und dabei die Substantia nigra durchsetzen, stammen wahrscheinlich aus der Linsenkernfaserung. Aussen um den Aquaeductus herum liegen Ganglienzellen, die in ihrer Gesammtheit als Nucleus Aquaeducti bezeichnet werden. Noch nicht erwähnt ist bislang ein dünnes Fasersträngchen, das dicht an das centrale Höhlengrau grenzt. Es steigt hinab bis da, wo in der Haube der Brücke der Nervus trigeminus entspringt. Dort gesellt es sich zu dessen austretenden Fasern als Radix descendens Nervi trigemini.

Die Commissura posterior, jener ziemlich dicke Strang quer vor den Vierhügeln her verlaufender Fasern, stammt zum grössten Theil aus der Haube, die unter ihr liegt; Fasern von ihr ziehen so nahe an den Oculomotoriuskern, dass sie zum Theil dort zu enden scheinen. Doch ist das nicht ganz sicher. Man sieht in den Kern Fasern von der gleichen und solche von der gekreuzten Seite her eintreten. In Figur 59 ist es so gezeichnet, als entstammten diese der Substantia reticularis und der hinteren Commissur, was auch das wahrscheinlichste ist. Der untere, resp. ventrale Theil dieser Commissur, welcher früher als ein kleinerer dorsaler Theil sein Mark bekommt, scheint über den Aquaeductus weg von einer Seite der Haube in die andere zu ziehen. Woher der dorsale Theil stammt, konnte ich nicht sicher constatiren. Nach einigen Angaben handelt es sich hier um Bündel aus dem Marklagern zwischen und unter den Thalamuskernen. Diese Bündel gelangten durch die Commissura posterior in die Haube der gekreuzten Seite.

Wir haben noch das Wenige nachzutragen, was als Zeichen der Erkrankung der Vierhügelgegend mit einiger Sicherheit gelten kann.

Krankheitsherde in der Regio subthalamica treffen ein solches Gewirr verschiedenwerthiger Fasern, dass ihre Symptome die allermannigfaltigsten sein werden. Eine sichere Diagnose dürfte jetzt noch kaum zu stellen sein.

Herde im Bereich der Hirnschenkel treffen die motorische Faserung für die gegenüberliegende Körperhälfte inclusive der betreffenden Hirnnerven. Auch sensorische und vasomotorische Störungen können eintreten. Meist aber wird nicht nur die Extremitätenmuskulatur und einer oder mehrere Hirnnerven gelähmt, sondern es treten auch Störungen im Oculomotorius der erkrankten Seite auf. Wenn gleichzeitig ein Oculomotorius und die ihm gekreuzte Körperhälfte gelähmt werden, darf man an einen Herd unter den

Vierhügeln denken. Solche Kranke können die Glieder einer Seite nicht oder nur theilweise bewegen, das obere Lid hängt herab, die Pupille ist erweitert, der Augapfel durch den M. rectus externus nach aussen rotirt. Durch einen Tumor an der Hirnbasis könnten, wie ein Blick auf Figur 45 zeigt, die gleichen Symptome einmal erzeugt werden; es ist deshalb wichtig für die Diagnose, wenn Augen- und Extremitätenlähmung gleichzeitig auftreten, was im letzterwähnten Fall nur durch eine ganz besondere Combination der Verhältnisse vorkommen dürfte. Wenn Anästhesie auftritt, ist sie ebenfalls nur auf der der Erkrankung entgegengesetzten Seite vorhanden. Die sensiblen Fasern verlaufen wahrscheinlich an der äusseren Seite des Pedunculus, vielleicht in der Schleife.

Reicht ein Krankheitsherd weiter dorsal und trifft die Corpora quadrigemina selbst, so tritt ausser der, wie ein Blick auf unsere Querschnitte zeigt, fast selbstverständlichen einseitigen oder doppelseitigen Oculomotoriuslähmung bei Erkrankung des vorderen Vierhügels Amaurose ein; zuweilen ist ophthalmoskopisch gar nichts Abnormes dabei nachzuweisen. Bei Tumoren kann natürlich, wie bei Tumoren an anderen Stellen des Gehirns, Stauungspapille, Sehnervenatrophie etc. eintreten. Meist ist die Pupille ganz reactionslos. Welche Symptome den Erkrankungen der hinteren Vierhügel zukommen, wissen wir nicht. Man hat Gleichgewichts- und Coordinationsstörungen dabei eintreten sehen.

Am leichtesten wird der Verdacht auf Vierhügelerkrankung rege, wenn beide Oculomotorii gelähmt sind und periphere Ursachen (an der Hirnbasis) sich ausschliessen lassen oder wenn nur ein Theil eines Oculomotorius (z. B. nur die Fasern zu den äusseren Augenmuskeln) geschädigt ist. Bei Affection des peripheren Stammes ist das unmöglich.

Siebente Vorlesung.

Die Brücke und das Kleinhirn.

Meine Herren! Wir haben in der letzten Vorlesung gesehen, dass die Faserzüge aus dem Vorder- und Zwischenhirn sich im Bereich des Mittelhirns in zwei verschiedene Lagen, den Fuss und die Haube ordneten. Beide lagen grossentheils ventral von dem Aquaeductus Sylvii. Dorsal von diesem sind die Vierhügel gelegen. Hinter den Vierhügeln erweitert sich der Aquaeductus bedeutend. Fuss und Haube ziehen unter ihm weiter abwärts in das Hinterhirn. Nur ein Haubenbestandtheil, der Bindearm, tritt jetzt aus dem Boden des Mittelhirns nach oben zum Dache des Hinterhirns.

Das Dach des Hinterhirns bildet sich zum Kleinhirn, Cerebellum, aus. Sein Hohlraum, die Fortsetzung des Aquaeductus, die also unter dem Kleinhirn liegt, heisst Ventriculus quartus. Der Boden und die Seitentheile, welche die Fortsetzung von Fuss und Haube enthalten, werden zur Brücke, Pons.

Sehen wir zunächst zu, was aus der Faserung des Hirnschenkelfusses wird.

Nicht weit hinter den Vierhügeln legen sich dicke weisse Fasermassen vor die Hirnschenkel. Von hinten her aus dem Kleinhirn kommend umgreifen und bedecken sie die Fussregion in dichter Schicht. In ihrer Gesammtheit werden sie Brücke, Pons, genannt.

Die Fasern der Brücke gelangen aus dem Kleinhirn um den gleichseitigen Hirnschenkel herum zur Mittellinie und dringen dort, mit denen der anderen Seite sich kreuzend, in die Tiefe der Substanz des Fusses.

Nur zum Theil bedecken sie dessen Substanz von aussen (Stratum superficiale pontis), zum grösseren Theil dringen sie von beiden Seiten zwischen die Fussfaserung ein, zersprengen sie in einzelne Bündel, Stratum complexum et profundum pontis.

Sie erinnern sich, dass von den Fasern, welche im Fuss vom Gehirn abwärts ziehen, ein Theil nur bis zur Brücke verfolgt werden konnte. Es waren das Züge aus dem Stirn- und Occipito-Temporallappen. Die Pyramidenbahn aus der Gegend der Centralwindungen zieht durch die Brücke hindurch. Fast das ganze innere und das äussere Drittel des Hirnschenkelfusses bleibt in der Brücke; jenseits derselben tritt nur noch von den Fussbestandtheilen das mittlere Drittel, eben die Pyramidenbahn, aus, wie die beistehende Zeichnung, welche die Brücke von vorn gesehen mit den Hirnschenkeln und dem Kleinhirn darstellt, durch stärkere Schattirung der Pyramide schematisch andeutet.

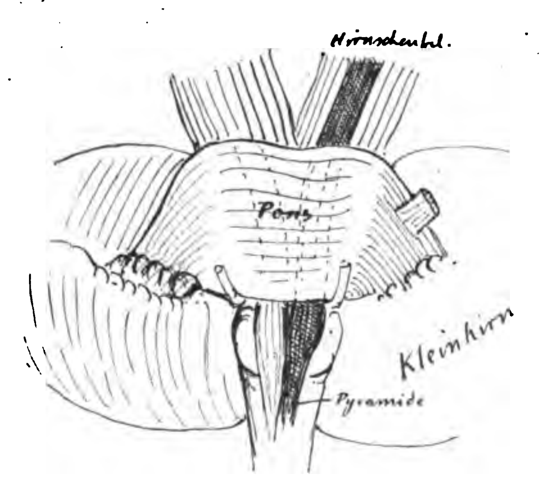


Fig. 60.
Die Hirnschenkel und die Brücke von vorn gesehen. Die Fussbahn, welche nicht in der Brücke bleibt, ist schraffirt.

Figur 61 zeigt schematisch die Anordnung der Fasern und ihren Verlauf auf einem Querschnitt durch die Brücke. Die Züge kommen beiderseits von oben aus dem Kleinhirn, umgreifen und durchflechten die Fussfaserung und treten über die Mittellinie hinaus zu deren Längsbündeln. Es ist ziemlich sicher gestellt, dass sie sich mit einem grossen Theil derselben verbinden, dass sie also Fussfaserung in's Kleinhirn überführen. Wie aber diese Verbindung geschieht, ist nicht bekannt. Zwischen den Brückenfasern liegen zahlreiche Ganglienzellen. Diese werden von einem feinen Netz markhaltiger Fasern umsponnen und nur bis zu diesem Netz kann man die Fasern des Fusses einerseits, die Fasern der Brücke andrerseits verfolgen.

Sicher gestellt ist so viel, dass aus der Gegend der Brücke, bis wohin die Fasern aus dem Fuss gelangen, Züge entspringen, welche senkrecht zu denselben über die Mittellinie hinaus zur gekreuzten Kleinhirnhälfte ziehen. Diese letzteren sind die Brückenfasern.

Es ist übrigens nicht sicher und nicht einmal wahrscheinlich, dass alle Brückenfasern nur direkte oder indirekte Fortsetzungen von Grosshirnfasern sind. Die Brückenarme enthalten mehr Fasern als der Fuss zuleitet. Ausserdem bekommen, wie ich z. B. bei der Katze sehe, viele von ihnen Mark zu einer Zeit, wo noch keine einzige Faser im Fusse markhaltig ist.

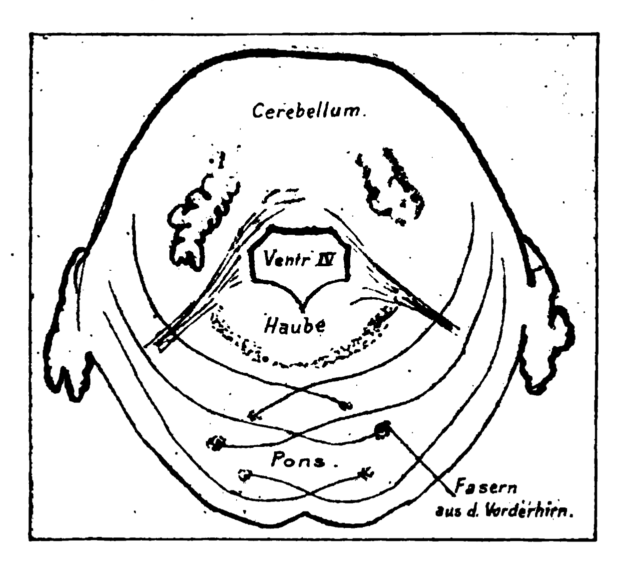


Fig. 61.
Schema eines Schnittes durch Brücke und Kleinhirn.

Ist der Fuss des Grosshirnschenkels durch die Brückenfasern zerspalten und zum Theil in das Kleinhirn abgeleitet worden, so setzt sich doch die Haube desselben nur wenig verändert durch die Pons-Region hindurch fort.

An dem letzten Querschnitt durch die Vierhügelgegend hatten wir als wesentliche Bestandtheile der Haube die folgenden kennen gelernt (vgl. Figur 59):

1. Die graue Substanz um den Aquaeductus.
2. Ihr nahe die Kerne des Nervus Oculomotorius.
3. Unter ihr, beiderseits von der Mittellinie die hinteren Längsbündel.
4. Im Centrum der Haube die rothen Kerne und die aus ihnen entspringenden Bindearme.
5. Ventral von diesen die Schleifenschicht, welche an die Stelle der allmälig schwindenden Substantia nigra von aussen her herantritt.
6. Fasern von unbekannter Herkunft mit zahlreichen untergemischten Ganglienzellen, die Substantia reticularis.

Noch ehe die Brückenregion beginnt, wird der rothe Kern immer kleiner, die ihm entstammenden Bindearme rücken mehr und mehr nach aussen und präsentiren sich jetzt als zwei kräftige Faserbündel, die zwischen der Region des rothen Kernes und der Schleife liegen. In Figur 62 beginnt sich ihr Querschnittsbild bei *B* erst anzulegen; auf

Schnitten, die nur wenig weiter nach hinten fallen, aber die Vierhügel noch treffen, liegen sie schon weit nach der Peripherie gerückt (Fig. 63) und in dem Fig. 64 abgebildeten Schnitt durch das Velum medullare posterius bilden sie die äussere Begrenzung der Zeichnung. Bald nachher senken sie sich in das Kleinhirn ein.



Fig. 62.
Anfang der Brücke, Kreuzung der Bindearme. *B* Bindearm, *L* Schleife — vom Neugebornen. Die markhaltigen Fasern der Haube durch Hämatoxylin gefärbt.

Das Gebiet, welches mit dem Verschwinden des rothen Kernes frei wird, nehmen die hier an Ausdehnung gewinnenden Fasern der Substantia reticularis ein.

Der Aquaeductus erweitert sich, wie oben gesagt wurde, zur Rautengrube. Die ihn umgebende graue Substanz breitet sich damit auch in die Fläche mehr aus. Ein neuer Nervenkern, der Nucleus N. trochlearis, tritt in dieser Gegend auf. Die Trochlearisfasern steigen aber nicht wie die Oculomotoriusfasern durch die Haube nach abwärts, sie gehen vielmehr nach oben in das Velum medullare anticum (Fig. 64), kreuzen sich dort und treten erst dann vom Hirnstamme ab. Oculomotoriusfasern entspringen in dieser Höhe keine mehr. Wohl aber ziehen von den Bestandtheilen der Haube das hintere Längs-





Fig. 63 und **64**. Vom Neugebornen. Hämatoxylinfärbung.

Fig. 63. Schnitt durch das Ende der Vierhügel. Bindearmkreuzung fast vollendet, rother Kern sehr klein, oben Trochlearisfasern.

Fig. 64. Schnitt durch das Velum med. ant., in dem die Trochleariskreuzung sichtbar ist. Der rothe Kern verschwunden, die Bindearme liegen fast an der Peripherie. An Stelle des rothen Kerns Substantia reticularis. In der Brücke ein kleines Bündelchen markhaltiger Fasern. Die ganze übrige Faserung des Fusses ist noch marklos und nur durch Umrisse angedeutet.

bündel und die Schleifenschicht hierher herab. Sie nehmen noch ganz dieselbe Lage ein, die sie in der Vierhügelgegend hatten, wie Sie durch Vergleichen der in Fig. 59, 62, 63, 64 abgebildeten Schnitte constatiren wollen. Verschwunden ist in Schnitten durch den Anfangstheil der Brücke die Substantia nigra. So ist denn die Schleifenschicht nicht

mehr, wie weiter oben, durch sie vom Fuss getrennt, liegt ihm vielmehr direkt auf.

Es ist nicht schwer, wenn man sich einmal an einem guten Schnitt durch die Vierhügelgegend die Bedeutung der einzelnen Querschnittsfelder klar gemacht hat, dieselben auch auf Schnitten durch den oberen Theil der Brücke wieder aufzufinden und richtig zu deuten. Die Veränderungen betreffen ja im Wesentlichen nur die Lage des Bindearmes und die Gestaltung der grauen Substanz unter dem sich erweiternden Aquaeductus, wo die neuen Nervenkerne auftreten.

Wenn man aber weiter hinab Querschnitte anlegt ändert, sich das Bild doch wesentlich. Das geschieht dadurch, dass aus dem Dach des Ventrikels sich hinter dem Velum medullare anticum das Cerebellum ausbildet und dass Fasern aus der Haube und aus dem Fusse in enge Beziehung zu diesem treten.

Bindearm und Brückenfasern verschwinden in dem Kleinhirn. Von unten, von der Medulla oblongata und vom Rückenmark her kommen Fasern, welche die Haube durchflechten und sich ebenfalls zum Cerebellum wenden.

Es ist deshalb zweckmässiger, wenn wir an dieser Stelle, also dicht hinter den Vierhügeln, die Verfolgung der Haubenbahn für einige Zeit aufgeben, wenn wir uns zunächst zum Studium der Theile des Centralnervensystems wenden, deren Ausläufer hier in Betracht kommen. Das Bild des Haubenquerschnittes wird Ihnen zweifellos später viel leichter verständlich, wenn Sie die Faseranordnung im Cerebellum etwas übersehen, wenn Sie das Rückenmark und die Medulla oblongata in ihrem Aufbau kennen gelernt haben.

Das „Kleinhirn, Cerebellum" genannte Stück des Hinterhirndaches besteht aus dem Mittelstück oder Wurm (Vermis) und den beiden Hemisphären. Mit dem Grosshirn hängt es vorn durch die Bindearme aus dem rothen Kern, obere Kleinhirnschenkel, ventral durch die Brückenarme, mittlere Kleinhirnschenkel, zusammen. Durch die ersteren bekommt es wesentlich Fasern aus dem Thalamus und dem Gebiet der Haubenstrahlung, durch die letzteren Züge aus der Rinde des Frontallappens und des Temporooccipitallappens. Eine dritte Verbindung geht das Cerebellum durch die unteren Kleinhirnschenkel, die Corpora restiformia, welche wir erst später betrachten können, mit der Medulla oblongata und dem Rückenmark ein.

Auf der folgenden Abbildung, welche das Kleinhirn von hinten gesehen zeigt, wollen Sie beachten:

1. Die Lage zu den Vierhügeln, unter denen die Bindearme zum Kleinhirn hervorkommen.
2. Die allgemeine Gestaltung, wobei in der Mitte der Wurm, beiderseits die Hemisphären zu merken sind. Wurm und Hemisphären zerfallen in einzelne grössere Lappen. Die des Wurmes sind wie



die Radspeichen eines Dampfschiffes um den **Markkern des Wurmes** (corpus trapezoides) gestellt. (Auf dem gerade durch den Wurm fallenden Schnitt Fig. 68 wird das klar).

Der Wurm hängt rechts und links mit dem **Marklager der Kleinhirnhemisphären** zusammen, das an seiner Oberfläche durch tiefere Furchen in Lappen und durch flachere in Leisten getheilt ist.

Der dorsale Theil des **Wurmes** heisst **Oberwurm**. Er zerfällt in:

1. **Lingula** (**Züngelchen**), ganz vorn zwischen den Bindearmen.
2. **Lobulus centralis** (**Centrallappen**), geht beiderseits in **alae lob. centr.** über.

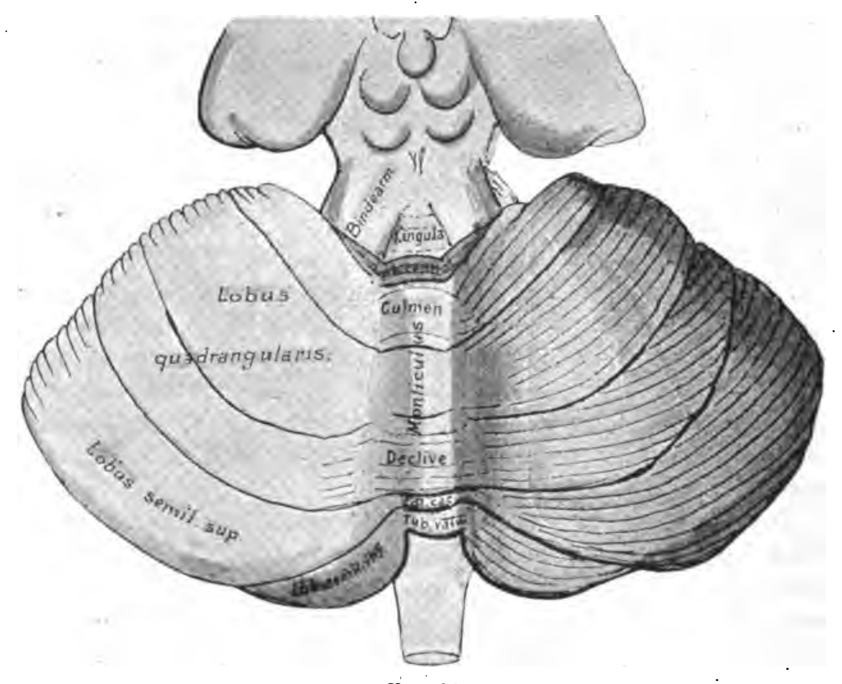


Fig. 65.
Das Cerebellum von hinten.

3. **Monticulus** (**Berg**), an dem man den vorderen Theil als **Culmen**, den hinteren als **Declive** unterscheidet.
4. **Folium cacuminis** (**Wipfelblatt**) am hinteren Ende des Oberwurmes.

Der dorsale Theil der **Hemisphären** lässt unterscheiden:

1. **Vorderer Oberlappen**, auch **Lobus quadrangularis** genannt, beiderseits vom Monticulus. Vor ihm liegen die **Alae lob. centr.**
2. **Hinterer Oberlappen**, **Lobus semilunaris superior**. Die beiden hinteren Oberlappen hängen durch das **Folium cacuminis** unter sich zusammen.

Die Lappenbildung an der Unterfläche des Kleinhirns zeigt die folgende Zeichnung.

Sie bietet ein etwas complicirtes Bild. Um nämlich das betreffende Präparat herzustellen, muss das Kleinhirn erst von seinen Verbindungen mit dem Mittelhirn, den Bindearmen, dann von der Brücke und von dem Corpus restiforme, der Gesammtheit der zum Rückenmark und verlängerten Mark gehenden Faserzüge, gelöst werden. So entstehen jederseits 3 Querschnittsbilder dieser Kleinhirnschenkel. Zwischen den

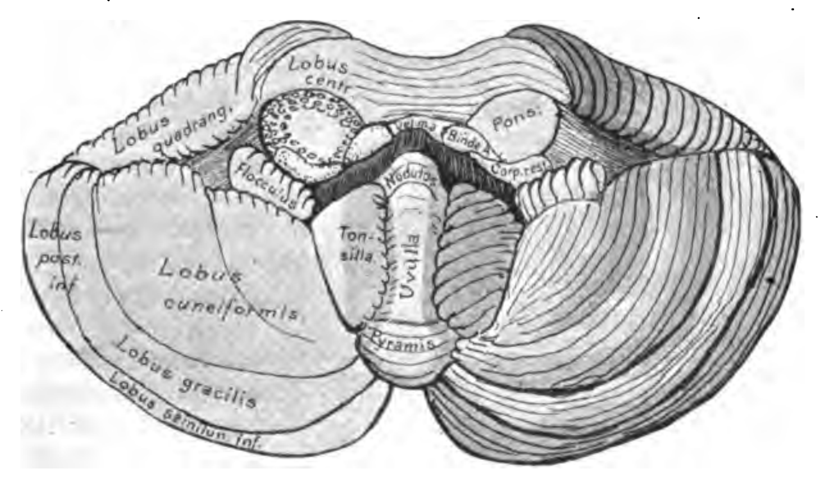


Fig. 66.
Das Cerebellum von vorn.

Bindearmen liegt eine dünne Membran, das Velum medullare anticum, auch ein Theil des Hinterhirndaches. Es ist durchtrennt auf dem Querschnitt sichtbar.

Die Lappen an der Unterseite des Wurmes (Unterwurm) heissen:

1. Nodulus (Knötchen).
2. Uvula (Zäpfchen).
3. Pyramis (Pyramide).
4. Tuber valvulae (Klappenwulst) ganz hinten, zum Theil noch auf der Dorsalseite gelegen.

In den Hemisphären liegt:

1. Beiderseits vom Nodulus, die Flocke, Flocculus.
2. An der Uvula, die Tonsilla, Mandel.
3. Aussen von ihr der Lobus cuneiformis, Keillappen.
4. Hinter ihm der hintere Unterlappen, Lobus posterior inferior, an dem man die vordere Hälfte als Lobus gracilis, die hintere als Lobus semilunaris inf. bezeichnet.

Auf der folgenden Zeichnung sehen Sie die drei jederseits zum Kleinhirn ziehenden oben genannten Markfortsätze. Dieselben treten ein in den Markkern der Hemisphären, welcher sich in das Mark

der einzelnen Lappen und von da wieder in das der Läppchen und Markleisten fortsetzt. Diese Markleisten sind von grauer Rinde überzogen, welche sich überall über sie hin faltet und so eine unverhältnissmässig grössere Ausdehnung gewinnt, als die äussere Form und Grösse des Kleinhirns erwarten liessen.

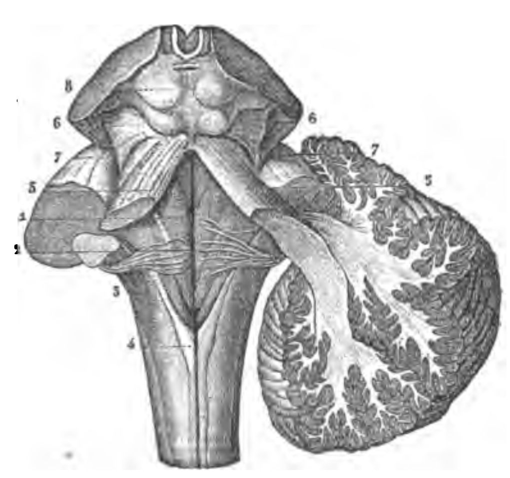


Fig. 67.
Die aus dem Mittelhirn, der Brücke und dem Rückenmark zum Kleinhirn tretenden drei Arme, nach Hirschfeld und Leveillé von Sappey. Man sieht unter den Vierhügeln 8 die oberen Schenkel oder Bindearme 5 hervortreten, von der ventralen Seite kommen die mittleren Schenkel oder Brückenarme 7 und vom Rückenmark her steigt der Strickkörper 3 als unterer Schenkel empor. Er kreuzt sich bei seinem Eintritt mit dem Bindearm. Zu bemerken sind noch auf dem Bilde die Rautengrube 1, die Striae acusticae 2, und die Clavae der Funiculi graciles 4. Bei 6 ist die Schleife zu suchen.

In den Hemisphären ist der Markkern ziemlich mächtig. Im Wurm ist er nur klein. Der beistehende mediane Sagittalschnitt durch das Kleinhirn geht gerade durch den Wurm. Er zeigt, wie sich dessen Mark vorn in eine dünne nach den Vierhügeln zu ziehende Membran, das Velum medullare anticum fortsetzt. Diese dünne zwischen den Bindearmen ausgespannte Membran bildet das Uebergangsstück vom Dach des Mittelhirns zum Dach des Hinterhirns. Auf ihr liegt das vorderste Läppchen des Oberwurmes, die Lingula.

Das eigenthümliche Längsschnittbild des Wurmes führt seit Alters den Namen Arbor vitae. Das centrale Stück, das Marklager des Wurmes, heisst Corpus trapezoides. Lingula, Lobulus centralis, Uvula und Nodulus münden getrennt in es ein. Eine Anzahl der Lappen des Monticulus vereinen sich vor der Einmündung zum verticalen Ast des arbor vitae; der hintere Theil des Monticulus, das Folium cacuminis und der Tuber valvulae, also die Lappen, welche um die hintere Kante des Kleinhirns herum liegen, treten zum horizontalen Ast des arbor vitae zusammen.



Fig. 68.
Sagittalschnitt durch die Mitte des Wurmes.

Hinten zieht vom Wurm und den Hemisphären das Velum medullare posticum als Dach über die Rautengrube bis zum Ende der Hinterstränge des Rückenmarkes. Dies Dach ist übrigens nur nahe dem Kleinhirn und in den Seitentheilen von nervöser Substanz gebildet, in der Mitte liegt nur eine dünne durchlöcherte gefässreiche Piaplatte. Diese offene Stelle im Medullarrohr heisst Foramen Magendii. Sie ist für die rasche Ausgleichung von Druckschwankungen der Cerebrospinalflüssigkeit von grosser Wichtigkeit.

In die eben geschilderte Masse des Kleinhirns münden nun die drei wiederholt genannten Arme jederseits ein. Sie treten in den mächtigen Markkern und gehen da Verbindungen mit grauen Kernen ein, ausserdem senden sie Züge zur Kleinhirnrinde.

Ueber den Zusammenhang und Verlauf dieser Faserzüge im Kleinhirn ist nur wenig bekannt.

Wir wissen, dass aus dem Marke Fasern durch eine Körnerschicht hindurch, welche Nerven- und Gliazellen besitzt, zu grossen eigenthümlich verzweigten Zellen, den Purkinje-schen Ganglienzellen treten, dass deren Ausläufer sich wiederholt theilen und bis dicht an die Oberfläche des Kleinhirns gelangen. Wahrscheinlich stehen sie mit anderen dort schräg und horizontal laufenden Fäserchen in Zusammenhang, welche bald sich wieder abwärts wenden und sich mannigfach mit benachbarten Fasern verbindend wieder durch die Körnerschicht in das Mark zurücktreten. Den Gesammtverlauf dürften Sie sich vielleicht vorstellen wie ihn die dunkleren Linien links in der vorstehenden Figur zeigen.

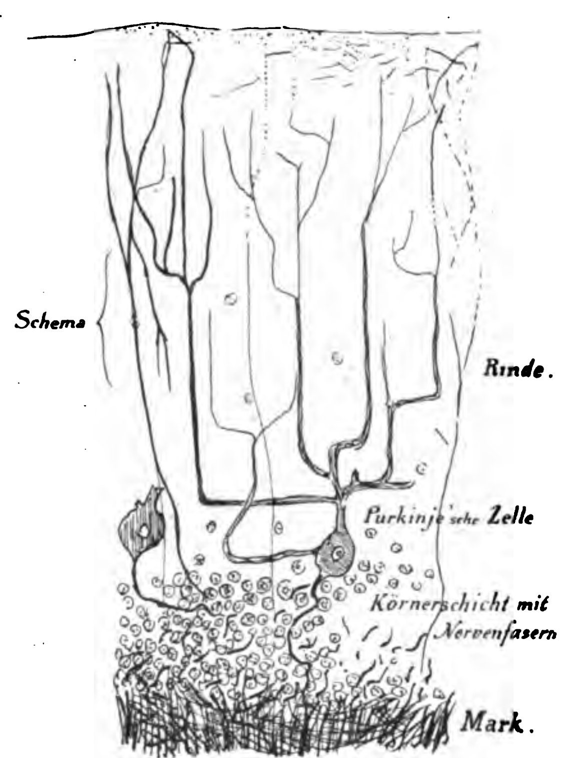


Fig. 69.
Schnitt durch die Rindenschicht des Cerebellum. Schematisirt. Enthält nicht alle sichtbaren Fasern.

Es kommen viel mehr Fasern aus der Rinde heraus, als an ihre grossen Zellen herantreten, ein Umstand, der durch die Verzweigung der Zellausläufer erklärt wird.

Alle Rindenpartien sind durch guirlandenförmige ihrer Contour folgende Faserzüge unter einander verknüpft.

Ausser in der Rinde bietet das Kleinhirn noch an anderen Stellen Anhäufungen grauer Substanz. Im Markkern der Hemisphäre liegt jederseits ein grosser vielfach gefältelter Kern, das Corpus ciliare oder dentatum. Nach innen von ihm werden weitere graue Massen

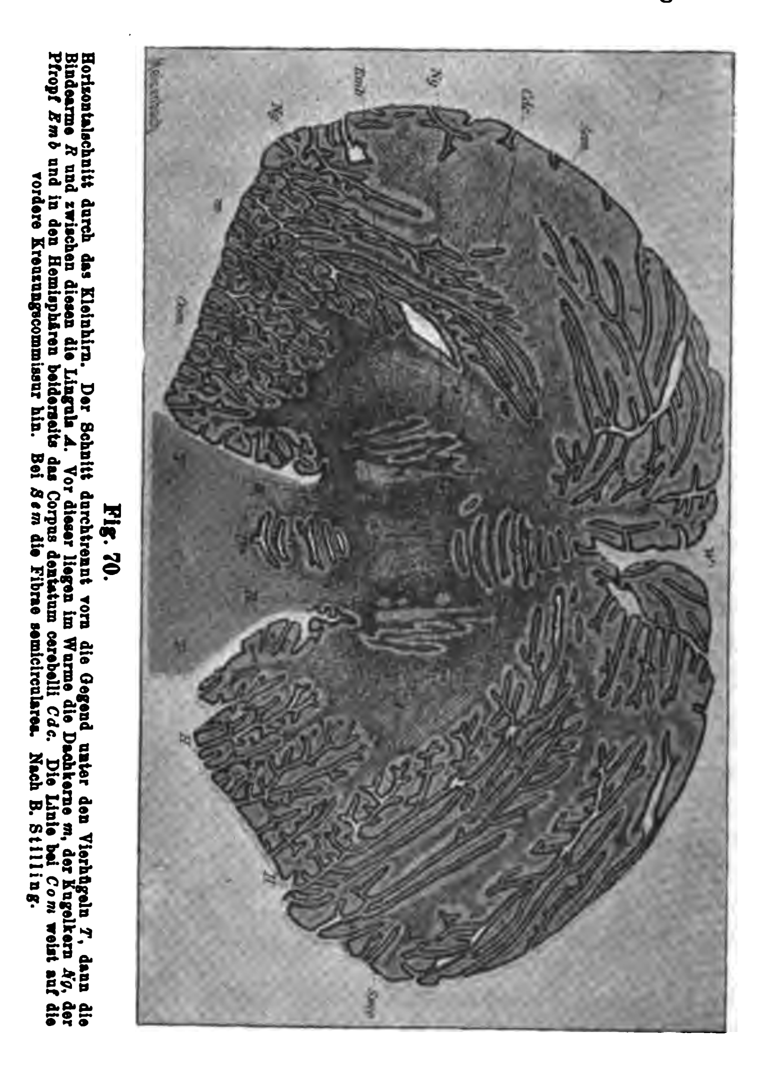


Fig. 70.

Horizontalschnitt durch das Kleinhirn. Der Schnitt durchtrennt vorn die Gegend unter den Vierhügeln *T*, dann die Bindearme *R* und zwischen diesen die Lingula *A*. Vor dieser liegen im Wurme die Dachkerne *m*, der Kugelkern *Ng*, der Pfropf *Emb* und in den Hemisphären beiderseits das Corpus dentatum cerebelli *Cdc*. Die Linie bei *Com* weist auf die vordere Kreuzungscommissur hin. Bei *Sem* die Fibrae semicirculares. Nach B. Stilling.

angetroffen; zunächst ein längliches Ganglion, den Pfropf, Embolus, dann der Kugelkern, Nucleus globosus, ein längliches Gebilde mit kuglicher Anschwellung am hinteren Ende, schliesslich am weitesten nach innen im Wurm der Dachkern, Nucleus tegmenti. Am besten bringt man sich diese Kerne auf einem fast horizontal durch das

Cerebellum geführten Schnitt zu Gesicht, wie ihn Figur 70 nach einer Abbildung aus B. Stilling's Atlas zeigt.

An einem solchen Schnitt erblicken Sie in der Mitte den Markkern des Wurmes mit den Dachkernen, vor demselben eine Faserkreuzung, die vordere Kreuzungscommissur. Rechts und links schliessen sich die Marklager der Hemisphären an, in denen die Kugelkerne, der Pfropf und am weitesten aussen das gefältelte Markblatt des Nucleus dentatus sichtbar werden. Die tiefen Einschnitte in die Oberfläche entsprechen den Furchen zwischen den Lappen. Zwischen den Bindearmen (*R R*) liegt, wie ich vorhin erwähnte, auf dem Velum medullare anticum die Lingula; sie ist (*A*) ebenfalls in der Horizontalebene durchschnitten.

Alle die Kerne in den Marklagern, welche Sie eben sehen, sind durch Züge grauer Substanz unter einander in Verbindung. Ihre Beziehungen zur Faserung des Markes sind fast noch ganz unbekannt.

Wenn man dicht hinter der Stelle, wo die Bindearme in das Kleinhirn eintreten, einen Schnitt in frontaler Richtung anlegt, so wird

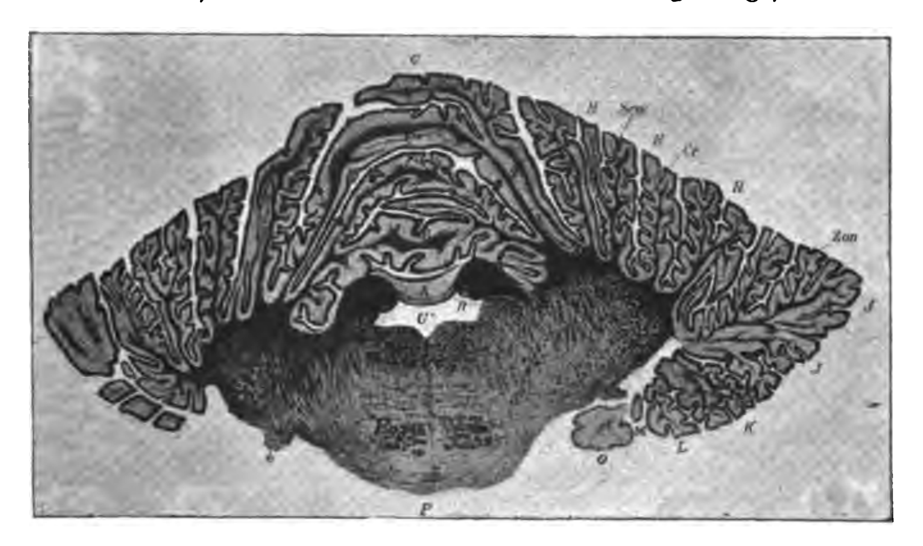


Fig. 71.

Schnitt nahe vor dem Culmen des Berges in frontaler Richtung durch das Cerebellum fallend, nach B. Stilling. *U** Ventriculus quartus, *R* Bindearm, *P* Pons. *Zon* Kreuzungszonen, nach innen von ihnen liegen die Vliessfasern. *Cr* Züge aus dem Corpus restiforme, gehen in die halbzirkelförmigen Fasern *Sem* über. *S* Gegend des Austrittes der Trigeminuswurzeln.

oben das Cerebellum, unten der Pons und die von ihm ausgehende Faserung getroffen, die sich beiderseits in den Hemisphären verliert. Zwischen Kleinhirn und Haube liegt, beiderseits von den durchschnittenen Bindearmen begrenzt, der Ventriculus quartus, die erweiterte Fortsetzung des Aquaeductus Sylvii. Der Markkern des Wurmes fällt an dieser Stelle nicht in die Schnittlinie. Haube und Fuss, letzterer durch die Ponsfasern zerklüftet, liegen noch ganz so angeordnet, wie wir sie zuletzt an einem Schnitt durch die Vierhügelgegend gesehen haben.

Eine Anzahl der auf vorstehender Zeichnung notirten Faserzüge haben bislang noch keine Erwähnung gefunden, da wir noch nicht Gelegenheit hatten, die eigentliche Faserung des Kleinhirns näher zu betrachten.

Wir haben erfahren, dass aus drei Armen jederseits Züge in das Cerebellum treten. Ihr Verlauf darin ist, trotzdem einer der Besten der Erforscher des Centralnervensystems, Benedikt Stilling, lange Jahre der Arbeit auf dessen Studium verwandte, nur noch sehr ungenügend bekannt.

Das folgende Schema will im Wesentlichen die Ansichten Stilling's über die wichtigsten Faserzüge möglichst einfach wiedergeben [1]). Es entspricht etwa einem Frontalschnitt weiter vorn als der in Figur 71

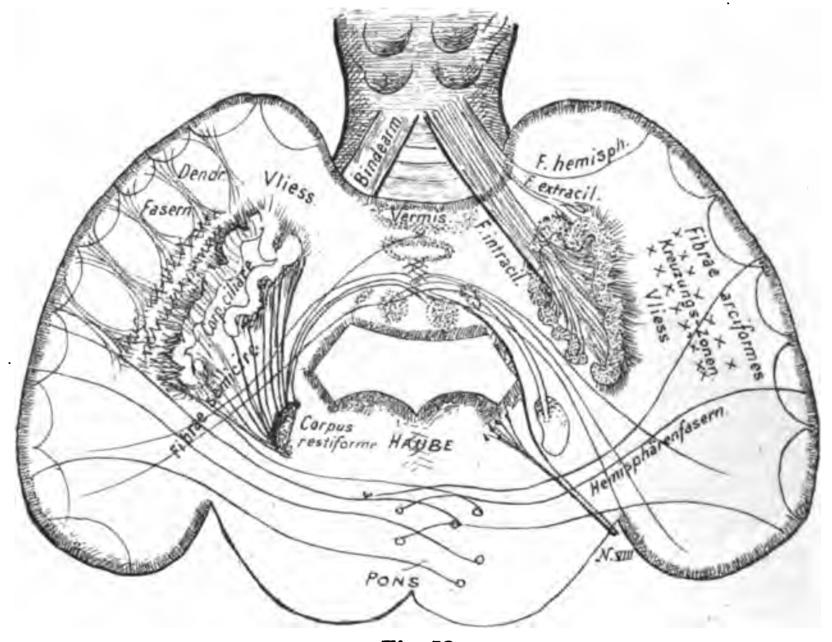


Fig. 72.

Schema des Faserverlaufes im Kleinhirn zur Erklärung des Ursprungs der Kleinhirnschenkel. Zu beachten die Zusammensetzung derselben aus intraciliaren, extraciliaren und hemisphärischen Fasern, besonders deutlich oben rechts am Bindearm.

abgebildete. Nur der Eintritt der Bindearme ist, um nicht allzusehr die Klarheit zu verwischen, an eine andere als die richtige Stelle gezeichnet, wie Sie durch Vergleich mit Fig. 71 sofort sehen. Die Bindearme sollten ja eigentlich dicht über dem Ventrikel liegen.

Nun sehen Sie zunächst die einzelnen Theile der Kleinhirnrinde durch bogenförmige Fasern, Fibrae arciformes, untereinander verbunden. Aus der Rinde heraus treten überall Fasern, die rasch

1) Die Faserung des Corpus restiforme nach eigenen Untersuchungen wesentlich modificirt.

gleich den Aesten eines Baumes auseinanderfahrend in den Markkern dringen. Sie heissen Dendritische Züge. Ehe sie aber das Corpus dentatum oder ciliare erreichen, verlieren sie sich wiederholt in dichtem Gewirr feiner Fasern, einem Gewirr, in dem man mehrere Zonen von deutlichen Kreuzungen, Kreuzungszonen, unterscheiden kann. (Rechts in der Figur 72.)

Aussen um das Corpus dentatum oder ciliare liegen die nach ihm zu strebenden Fasern dicht, vielfach radiär um dessen graue Masse gestellt, in die sie eindringen und welche sie zum Theil auch durchsetzen. Die ganze Masse dieser Fasern wird ihres Aussehens wegen mit dem Wollhaar eines Schafes verglichen und Vliess genannt.

Die Bindearme treten in das Corpus ciliare und lösen sich nahe dessen grauer Substanz in ein Fasergewirr auf. Dieses (intraciliare Fasern) steht direkt, oder mit Einschaltung von Ganglienzellen, in Zusammenhang mit dem aussen um das Corpus ciliare liegenden Gewirr (der extraciliaren Fasern), dem Vliess. Aus ihm gehen ebenfalls Fasern in den Bindearm, desgleichen erhält er welche aus der Rinde der Hemisphären. So setzt sich also der vordere Kleinhirnschenkel zusammen aus 1. intraciliaren Fasern (Hauptmasse der Faserung), 2. extraciliaren Fasern, 3) Hemisphärenfasern. Letztere beiden Faserarten sind ihm nur in geringerer Quantität beigemengt.

Die Corpora restiformia entspringen zum guten Theil aus dem Vliess, führen also wesentlich extraciliare Fasern. Man sieht aber im 6.—7. Fötalmonat eine im Corpus restiforme zu dieser Zeit allein markhaltige Faserung, die gar nicht in Beziehung zum Vliess, das noch marklos ist, tritt, die sich vielmehr direkt nach dem Dach des Wurmes wendet und dort sich zum Theil mit der von der andern Seite kommenden kreuzt (s. Vorl. 9). Diese Bahn ist im Wesentlichen die Fortsetzung von Rückenmarksfasern. Ganz ebenso wie die zuletzt genannten Züge des Corpus restiforme verläuft eine ebenfalls im 7. Monat schon markhaltig werdende Faserung aus dem Dach des Wurmes zum Nervus trigeminus und acusticus. Sie ist rechts im Schema eingezeichnet. Besser aber erkennen Sie die beiden letztgenannten Bestandtheile des unteren Kleinhirnarmes an dem Fig. 73 abgebildeten Schnitt durch das Cerebellum und den Pons einer Frucht von 26 Wochen, weil ausser jenen bis auf einige Fasern im Mark der Flocke überhaupt noch keine markhaltigen Fasern im Kleinhirn nachweisbar sind.

Schliesslich wäre noch zu erwähnen, dass auch Fasern direkt aus den Hemisphären in das Corpus restiforme gelangen sollen.

Die Brückenarme können direkt weit in die entsprechende Hemisphäre hinein verfolgt werden (Hemisphärenfasern). Nahe der Rinde gehen sie im Fasergewirr verloren. Doch erhalten auch sie noch Fasern aus dem Vliess, also extraciliare Fasern.

Recapituliren wir das eben Gesagte nochmals, so finden wir den

vorderen Kleinhirnschenkel wesentlich aus intraciliaren Fasern, den mittleren wesentlich aus Hemisphärenfasern, den unteren aus extraciliaren Fasern und solchen vom Dache des Wurmes aufgebaut. Doch erhält jeder Schenkel auch Zuzüge aus dem Ursprungsgebiete der beiden anderen Schenkel.

Der Bindearm und das Corpus restiforme bekommen auch noch einen Zuwachs aus dem Mark des Wurmes.

Es liegt im Mark der vorderen Partien des Wurmes eine Stelle, die vordere Kreuzungscommissur, an der sich zahlreiche Fasern

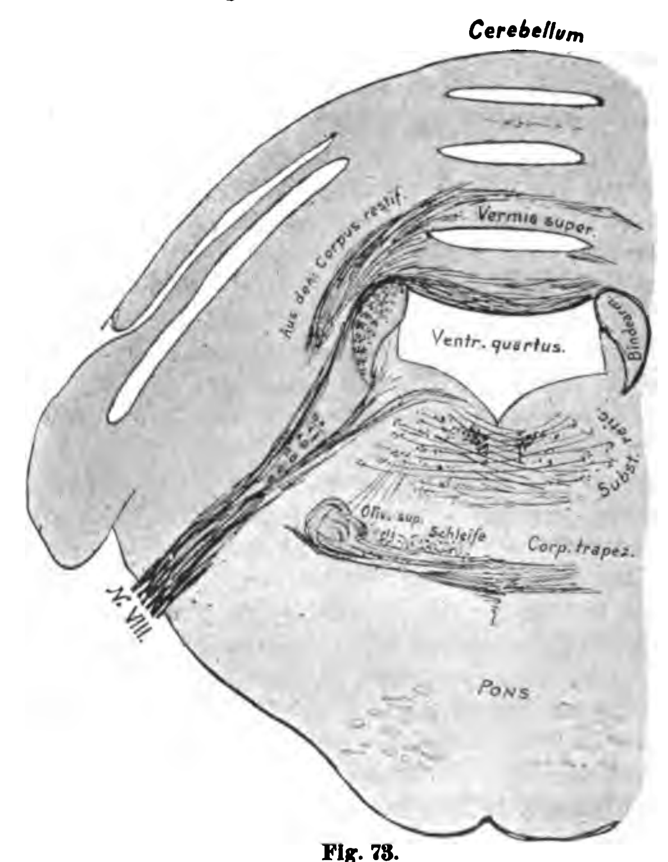


Fig. 73.
Frontalschnitt durch Cerebellum und Pons einer Frucht von 26 Wochen. Alle markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin gefärbt.

kreuzen. Sie kommen aus den vorderen Läppchen, kreuzen sich vor den Dachkernen und treten in die entgegengesetzte Kleinhirnhälfte. Von da können sie in den Bindearm und das Corpus restiforme verfolgt werden. Ganz ebenso verhalten sich die Fasern aus den hinteren Läppchen, welche hinten im Markkern des Wurmes eine hintere Kreuzungscommissur bilden. Durch die vordere Kreuzungscommissur gelangen Fasern aus der Flocke in den N. acusticus.

Mitten in dem Markkern zwischen diesen beiden Commissuren liegt der Nucleus fastigii (Dachkern) um- und überzogen von Fasern, welche aus dem horizontalen Ast des Arbor vitae stammend beide Kreuzungscommissuren unter einander verbinden, zum Theil auch mit den Fasern der vorderen Commissur zu den Kleinhirnhemisphären ziehen. Die Dachkerne gehen mit allen diesen Fasern Verbindungen ein.

Erkrankungen der Kleinhirnschenkel werden isolirt nur äusserst selten beobachtet. So kommt es, dass über die Symptome, welche zu erwarten sind, wenn einer derselben befallen wird, nur recht wenig bekannt ist. Langsam eintretende Zerstörung eines Brückenarmes kann, wie es scheint, ganz symptomlos bleiben. Bei Erkrankungen, welche einen Reiz ausüben, bei Blutungen z. B., kommen manchmal Zwangsbewegungen, meist Rollungen, bald nach der gesunden, bald auch nach der kranken Seite vor. Auch Zwangshaltung des Rumpfes oder nur des Kopfes, desgleichen Zwangsstellung mit oder ohne Nystagmus sind bei reizend wirkenden Erkrankungen eines Brückenschenkels beobachtet.

Erkrankungen des Kleinhirns machen leicht durch Mitbetheiligung der benachbarten eng bei einander liegenden Fasercomplexe in den Hirnschenkeln, der Brücke und Medulla oblongata Symptome, welche nicht auf Rechnung des Organs selbst kommen. Wenn wirklich nur Kleinhirnsubstanz durch Erkrankung ausfällt, sieht man Schwindel, Kopfschmerz, Erbrechen, Unsicherheit des Ganges (Ataxie) und vage Gefühle von Schwäche in den Extremitäten der gleichen und der gekreuzten Seite auftreten. Eigentliche Lähmungen oder Sensibilitätsstörungen fehlen. Zuweilen erleidet das Sehen schwere Beeinträchtigung, doch ist nicht zu entscheiden, wie weit das durch Mitbetheiligung der nahen Opticuscentren entsteht. Nicht selten treten Störungen der Psyche bei Kleinhirnleiden auf. Die Diagnose ist, da manche Kleinhirnkrankheiten ganz symptomlos verlaufen, und unter den oben genannten Erscheinungen keine ist, die nur vom Cerebellum her entstehen kann, meist sehr schwer, fast immer eine unsichere. Die Berücksichtigung von Symptomen, welche von den Nachbarorganen ausgehen (Oculomotoriuslähmung z. B.), ist meist von grosser Wichtigkeit.

Es scheint als veranlassten hauptsächlich die Erkrankungen, welche den Wurm treffen, die Ataxie und den Schwindel.

Von den vielen als charakteristisch für Kleinhirnleiden oft betrachteten Symptomen treten die meisten nur auf, wenn auch die Bindearme oder die Brückenarme, wenn der Boden der Rautengrube oder die Vierhügelgegend direkt oder indirekt betheiligt sind.

Achte Vorlesung.

Die Wurzeln der peripheren Nerven, die Spinalganglien und das Rückenmark.

M. H.! Die peripheren Nerven führen bekanntlich motorische und sensible Fasern gemischt in ihrem Stamme. Nahe am Rückenmarke trennen sich diese aber von einander. Das Stämmchen, welches die motorischen Fasern enthält, geht direkt zum Marke, das sensible tritt erst noch in das Spinalganglion ein.

Im Spinalganglion liegen zahlreiche Zellen mit einem, manche auch mit zwei Fortsätzen, welche zweifellos mit dem durchtretenden Nerv zusammenhängen. Da nun die jenseits des Ganglion austretende Wurzel etwa ebenso viele Fasern hat, als die eintretende, so ist es wahrscheinlich, dass die Zellen nur in den Verlauf von Nerven eingeschaltet sind, dass keine neuen Fasern aus ihnen der Wurzel zuwachsen, wenn auch nicht geleugnet werden kann, dass direkt widersprechende Angaben existiren. Für die Zellen mit zwei Fortsätzen hat eine solche Annahme auch keine Schwierigkeit. Aber auch die Zellen mit nur einem Fortsatz bieten dieser Auffassung keinen wesentlichen Widerspruch mehr, seit wir wissen, dass dieser Fortsatz sich nicht weit von der Zelle in zwei Theile spaltet. Bei Petromyzon hat man Uebergangsformen gefunden von Zellen mit zwei weit von einander stehenden Fortsätzen, zu solchen, deren Fortsätze dicht neben einander entspringen und schiesslich zu Zellen mit nur einem Fortsatz, der sich dann nahe an der Zelle theilt.

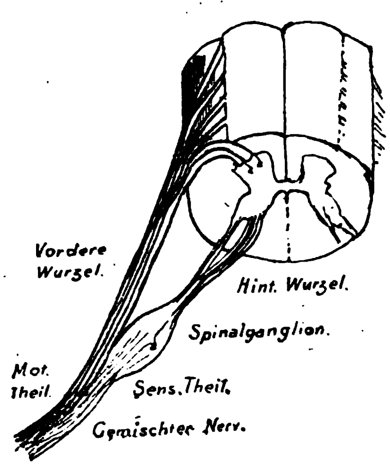


Fig. 74.
Schema der Beziehungen zwischen Rückenmark und Nervenwurzeln.

Einzelne sensible Fasern gehen vollkommen, ohne in Beziehung zu Zellen zu treten, durch das Spinalganglion.[1]) Demnach dürfte man sich die Beziehungen der sensiblen Wurzel zum Spinalganglion in der Weise denken, wie das Fig. 75 abgebildete Schema sie darstellt. Zwischen Spinalganglion und Rückenmark entfaltet sich sowohl die sensible als die motorische Wurzel in eine Menge kleiner Faserstämmchen, „Wurzelfasern", die auf eine lange Strecke in das Rückenmark eintreten, die sensiblen Fasern auf der Rückseite, die motorischen auf der Vorderseite in einen etwas seitlich liegenden Längsspalt. Die Zahl dieser Bündelchen ist nicht gleich für alle Wurzeln und ist auch bei verschiedenen Individuen öfters eine verschiedene.

Nach neueren Untersuchungen darf man für die Extremitätennerven nicht mehr annehmen, dass jede Wurzel zu einem bestimmten peripheren Nerv in Beziehung steht. Es ist nachgewiesen, dass in jeden Extremitätennerv eine ganze Reihe aus verschiedenen Wurzeln stammender Nervenfasern gelangen, und es ist sehr wahrscheinlich geworden, dass zwei gewöhnlich coordinirt arbeitende Muskeln von der gleichen

1) Man überzeugt sich davon leicht an Längsschnitten durch die Cauda equina und die Spinalganglien bei neugebornen Katzen, wenn man die Weigert'sche Hämatoxylinfärbung anwendet.

Wurzel innervirt werden, auch wenn sie verschiedene Nerven bekommen.

Wenn ein peripherer Nerv durchschnitten wird, so degeneriren seine Fasern allmälig; sie verlieren ihr Mark und schliesslich auch ihren Axencylinder. Die motorischen Fasern entarten immer, einerlei ob die Durchschneidung am Nerv oder an der vorderen Wurzel vorgenommen wird.

Anders die sensiblen Fasern. Bei jedem Schnitt peripher vom Spinalganglion gehen sie ganz wie die motorischen zu Grunde. Sie bleiben aber erhalten, wenn die betreffende Wurzel hinter dem Spinalganglion getrennt wird, wenn Nerv und Ganglion noch zusammenhängen und nur vom Rückenmark getrennt sind.

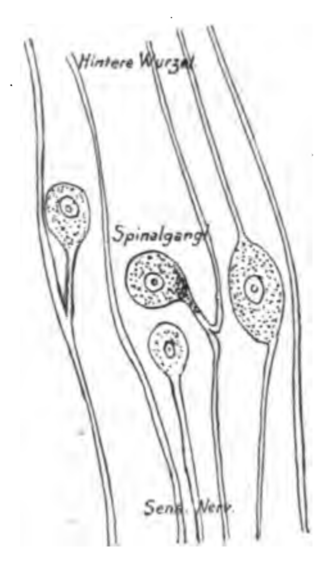


Fig. 75.
Schema der Faserung in einem Spinalganglion.

Vom Spinalganglion muss also ein Einfluss ausgehen, der diesen Zerfall verhütet.

Dieser Einfluss erstreckt sich aber nicht nur nach der Peripherie, sondern auch nach dem Rückenmark hin. Wenn das Spinalganglion bei einer Durchschneidung mit dem Rückenmark in Zusammenhang bleibt, tritt in diesem keine Veränderung ein. Anders wenn die Trennung hinter dem Ganglion erfolgt. Dann degeneriren im Rückenmark die eintretenden sensiblen Wurzeln und die zum grossen Theil von ihnen zusammengesetzten inneren Hinterstränge. Diese Degeneration geht bis hoch hinauf, bis zur Medulla oblongata in den Hintersträngen fort. In der Nähe der Durchschneidungsstelle trifft sie auch die äusseren Hinterstränge auf eine kurze Strecke, eben die Strecke, welche von den durchschnittenen Wurzeln passirt wird. Ausserdem degenerirt eine ganz periphere Zone der Seitenstränge. Die Wirkung solcher Durchschneidungen, gleichzeitig die Richtung des Einflusses der Spinalganglien, soll das vorstehende Schema (Fig. 76) verdeutlichen.

Fig. 76.
Erklärung im Texte.

Nur wenige Fälle von Erkrankung der Spinalganglien sind bekannt. Ausser lebhaften Schmerzen wurde wiederholt als Symptom ein Herpes zoster intercostalis längs dem betreffenden Nerven nachgewiesen. Es ist fraglich, ob er auf Rechnung des gangliösen Apparates oder der Nervenfasern zu setzen ist, da man auch Zoster ohne nachweisbare Erkrankung des Ganglion kennt, namentlich aber weil Zoster im Gefolge von Entzündung der peripheren Nerven beschrieben wurde.

Die Wurzeln treten also längs des Rückenmarkes in dieses ein.

Da wo starke Wurzeln aus den Extremitäten kommend herantreten, schwillt das Mark etwas an. Die **Intumescentia cervicalis** nimmt die Armnerven, die **Intumescentia lumbalis** die Beinnerven auf. Die schmalste Stelle des Rückenmarkes giebt den Intercostalnerven Ursprung. Das unterste kegelförmig endende Stück des Markes heisst **Conus terminalis**; aus ihm entspringt ausser den Nerven ein langer dünner Fortsatz, das **Filum terminale**.

Die obere Begrenzung wird durch den Anfang der **Pyramidenkreuzung** (s. u.) gegeben.

Fig. 77a (nach Henle).

Das Rückenmark mit den eintretenden Nervenwurzeln von vorn. Die Stämme treten durch die Dura mater und entfalten sich dann fächerförmig am Mark entlang. Zwischen Dura und Rückenmark liegt ein gezahntes Aufhängeband, das Ligamentum dentatum *Ld*. *Nc*2 Nervus cervicalis II, *Nd*1 Nervus dorsalis I, *Nl*1 Nervus lumbalis I, *Ns*1 Nervus sacralis I.

Fig. 77b.

Ein Rückenmark, dessen Nervenwurzeln abgetrennt sind, von hinten. Man beachte die beiden Anschwellungen Intumescentia cervicalis *Ic* und lumbalis *Il*. Durch den hinteren Längsspalt *Fmp* sind die Hinterstränge *Fp* geschieden. Im Halsmark trennt eine Furche *Sip* Sulcus intermed. post. diese Stränge in *Fg* Funiculus gracilis und *Fc* Funiculus cuneatus. *Fl* Funiculus lateralis. *Ct* Conus terminalis, *Ft* Filum terminale.

Der Faserverlauf im Rückenmark, meine Herren, ist nur zum geringen Theil bekannt. Zum Verständniss desselben ist es nothwendig, dass Sie sich mit dem Bilde, welches ein Schnitt quer durch das Organ bietet, voll vertraut machen. Auf einem solchen Querschnitt erkennen Sie zunächst weisse Substanz in der Peripherie und graue Substanz in H-Form im Centrum.

Die beiden Rückenmarkshälften sind getrennt durch die vordere und hintere Längsfurche, verbunden durch eine Commissur weisser Substanz vorn, grauer Substanz hinten. Die vordere

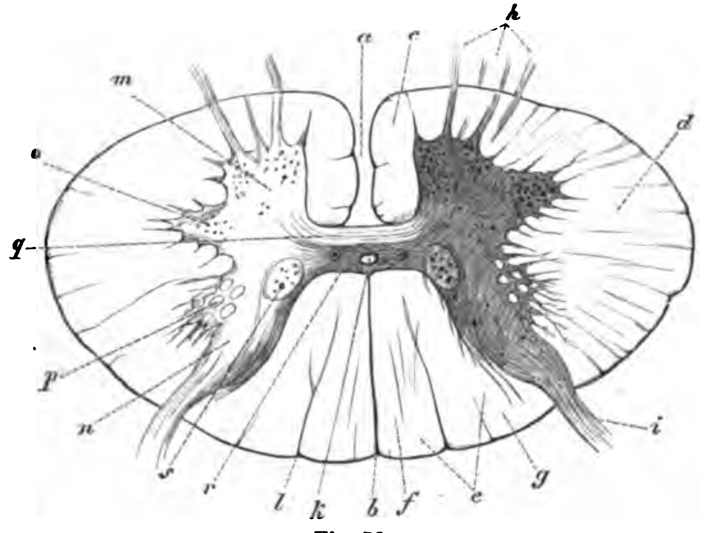


Fig. 78.

Halbschematischer Querschnitt des Rückenmarkes nach Erb. *a* vordere, *b* hintere Längsfurche, *c* Vorderstrang, *d* Seitenstrang, *e* Hinterstrang, *f* Funic. gracilis = Goll'scher Strang, *g* Funiculus cuneatus = Burdach'scher Strang. *h* vordere, *i* hintere Wurzel. *k* Centralkanal, *l* Sulcus intermed. post. *m* Vordersäule, *n* Hintersäule, *o* Tractus intermedio-lateralis, *p* Processus reticulares. *q* vordere Commissur aus weisser Substanz, *r* hintere oder graue Commissur. *s* Clarke'sche Säule oder Columna vesicularis.

Ausdehnung der weissen Substanz nennt man die Vorderhörner oder Vordersäulen, die hintere die Hinterhörner resp. Hintersäulen.

Die Vertheilung von weisser und grauer Substanz ist nicht in allen Querschnittshöhen die gleiche. Namentlich überwiegt vom oberen Lendenmark an abwärts entschieden die graue Substanz. Figur 79 zeigt Querschnittsbilder aus den verschiedenen Höhen des Rückenmarkes.

Ausser der verschiedenen Vertheilung der beiden Substanzen wollen Sie an derselben noch beachten, wie der lateralste Theil des Vorderhorns im unteren Hals- und oberen Brustmark mehr und mehr selbständig wird und schliesslich (Figur D_1 und D_3) als eigener Fortsatz, Seitenhorn oder Tractus intermedio-lateralis genannt, sich abhebt. Im unteren Brustmarke verschwindet das Seitenhorn wieder. Auf Fig. 78 ist es bei *o* angegeben.

Im ganzen Hals- und im oberen Brustmarke ist hinter dem Tractus

intermedio-lateralis, im Winkel zwischen ihm und dem Vorderhorn, die graue Substanz nicht scharf abgegrenzt, sie geht vielmehr in ein Netz von grauen Balken und Zügen über, das weithin in die weisse Substanz hineinragt. Dieses Netz heisst Processus reticularis.

Der letzte der abgebildeten Querschnitte ist durch den Conus terminalis gelegt. Dort hat die graue Substanz nur noch einen dünnen Ueberzug weisser Fasern.

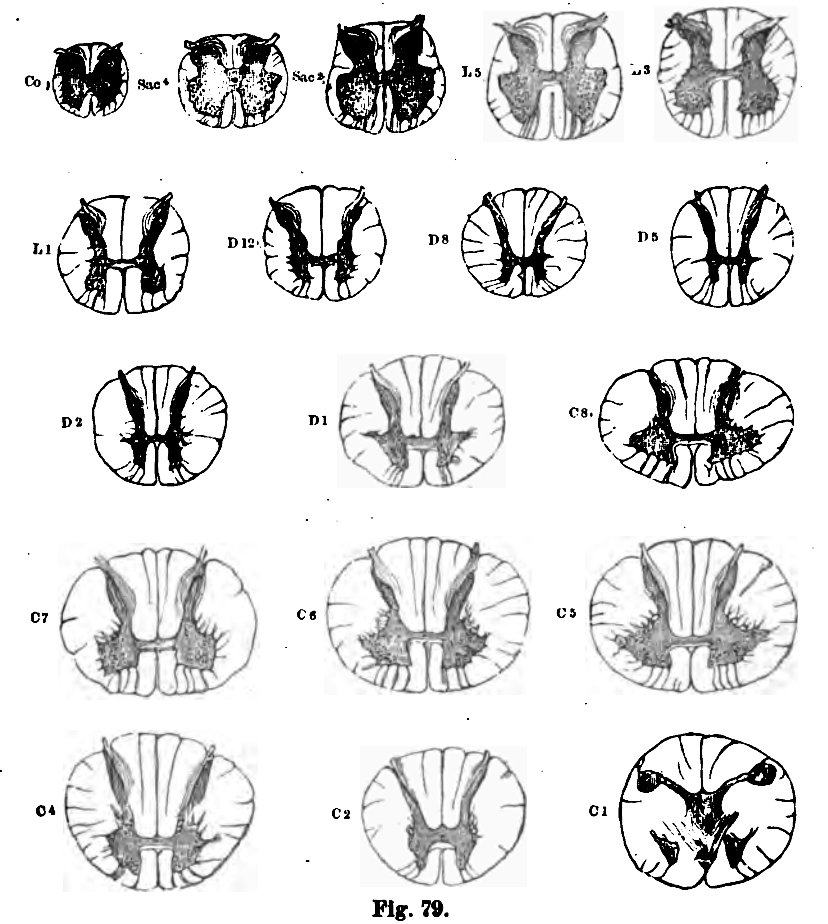


Fig. 79.
Schnitte durch das Rückenmark in verschiedenen Höhen. Die Buchstaben und Zahlen bezeichnen die Spinalnerven, deren Abgangshöhe die einzelnen Schnitte entsprechen. Nach Quain.

Die graue Substanz, deren allgemeine Form und Ausbreitung wir jetzt kennen, besteht aus zahllosen auf das feinste durch lange dünne Fortsätze in einander verfilzten Zellen, den in der 3. Vorlesung erwähnten Gliazellen. In diese, dort einem Klettenhaufen verglichene Masse, sind eingebettet Ganglienzellen mit ihren Ausläufern und Fasern, die aus den Rückenmarkwurzeln und aus den Strängen weisser Substanz stammen. Wenn man Längsschnitte macht, so sieht

man, dass die Ganglienzellen, je einer eintretenden Wurzel entsprechend, etwas zahlreicher werden, man erkennt, dass sie segmental angeordnet sind.

Eine solche Ganglienzellenanhäufung und die Wurzeln, welche an sie herantreten, nennt man zusammen Rückenmarkssegment. Beim Menschen ist das Bild des Rückenmarkssegmentes fast ganz verwischt. Bei niederen Thieren bewahrt es mehr Selbständigkeit.

Die Ganglienzellen der Vorderhörner sind gross, mit vielen Ausläufern versehen. Einen dieser Ausläufer, den Axencylinderfortsatz, welcher sich nicht wie die anderen rasch verzweigt, kann man oft in die eintretende vordere Nervenwurzel verfolgen. Was aus den anderen wird, ist noch nicht ganz sicher festgestellt, einige scheinen direkt zu anderen Ganglienzellen zu gehen, die Mehrzahl aber verliert sich in einem feinen, die ganze graue Substanz durchziehenden Netze zartester Fasern, deren nervöse Natur noch nicht über allen Zweifel erhaben ist. Aus diesem Netze sollen Fasern zu hinteren Wurzeln hervorgehen. Von den Ganglienzellen der Hinterhörner geht kein Axencylinderfortsatz aus; sie senden ihre verzweigten Fortsätze nur in das eben genannte Netz.

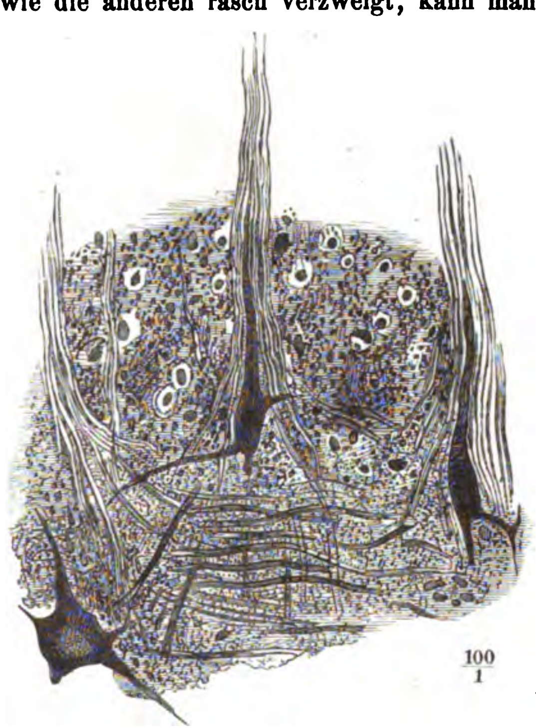


Fig. 80.
Vom vorderen Rande eines Querschnittes der grauen Vordersäule; Uebergang der Zellfortsätze in die vorderen Wurzeln. Carminpräparat 100/1. Nach Henle.

Die Ganglienzellen der Vorderhörner liegen oberhalb des Lendenmarkes in zwei nicht scharf zu trennenden Gruppen vereint, in einer lateralen und einer medialen. Eine dritte Gruppe bilden die Zellen in der Gegend des Seitenhornes.

Die Ganglienzellen der Hinterhörner sind kleiner und spärlicher als die eben genannten Zellen, von wechselnder Grösse und liegen zerstreut, nicht in Gruppen.

Etwa da, wo Hinter- und Vorderhorn aneinanderstossen, liegt, nahe der inneren Grenze der grauen Substanz, eine Gruppe rundlicher Gang-

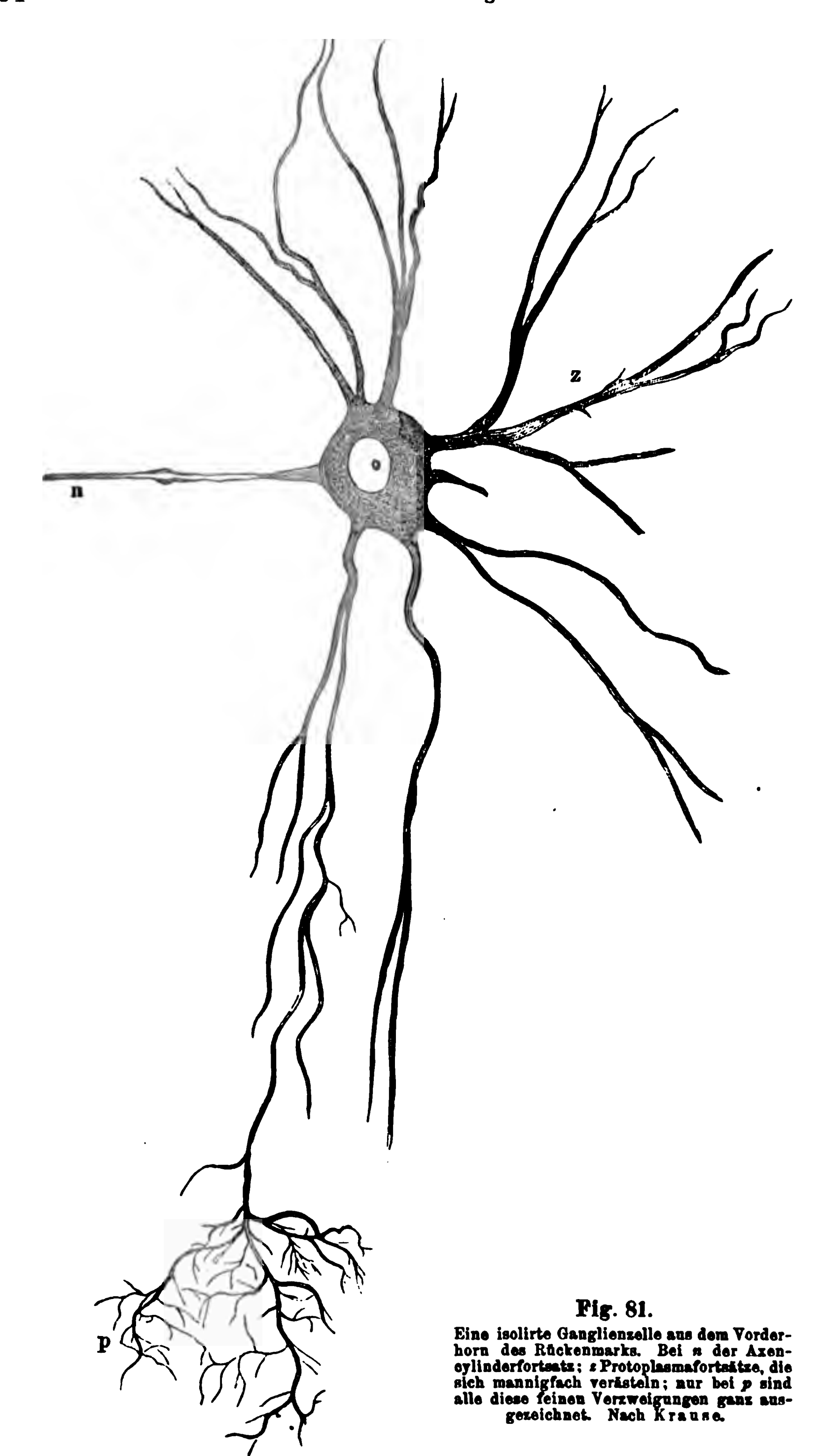


Fig. 81.

Eine isolirte Ganglienzelle aus dem Vorderhorn des Rückenmarks. Bei *n* der Axencylinderfortsatz; *z* Protoplasmafortsätze, die sich mannigfach verästeln; nur bei *p* sind alle diese feinen Verzweigungen ganz ausgezeichnet. Nach Krause.

lienzellen mit wenig Ausläufern mitten in einem dünnen Stämmchen dicht gedrängter feiner Nervenfasern, welches der Längsaxe des Rückenmarkes folgt. Fasern und Zellen zusammen heissen Columna vesicularis (Clarke'sche Säule). Die Columna vesicularis ist deutlich

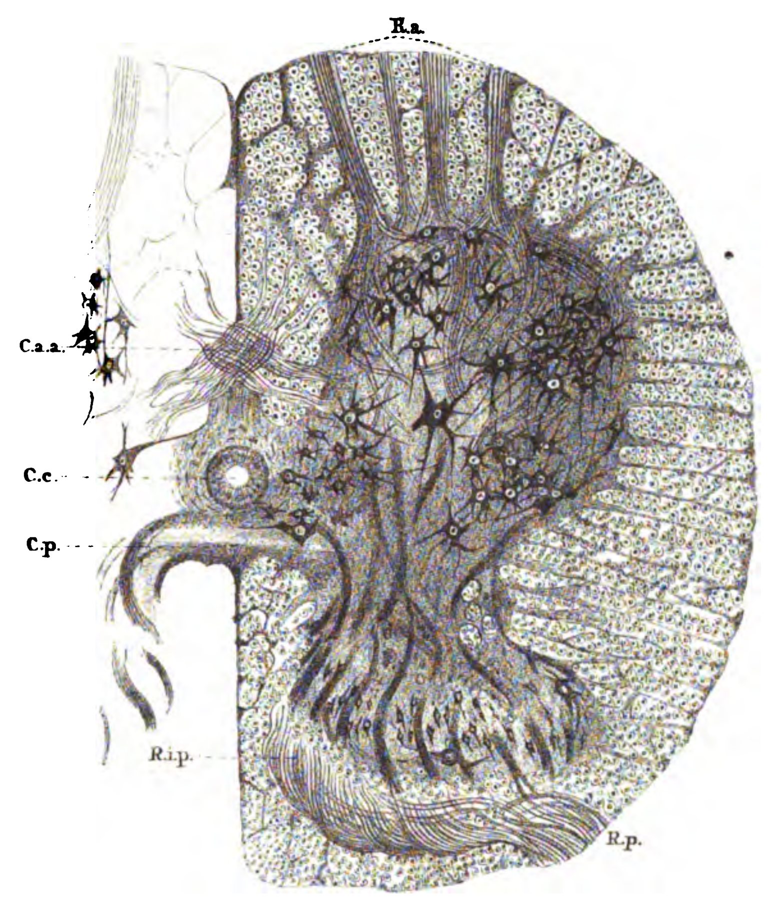


Fig. 82.

Die Hälfte eines Schnittes durch das Lendenmark, nach Deiters. *Ra* Radix anterior, *Rp* Radix posterior, *Rip* innerer Theil der Radix. post. *Cp* Commissura posterior, *Caa* Commissura anterior. *Cc* Centralkanal. Das feine Netz markhaltiger Fasern in der grauen Substanz, desgleichen die markhaltigen Züge in der sonst grauen Comm. post. nicht eingezeichnet.

abgegrenzt nachweisbar nur etwa vom Ende der Halsanschwellung bis zum Anfang der Lendenanschwellung.

An einigen Stellen der grauen Substanz sind nur wenige Nervenfasern und keine oder fast keine Ganglienzellen vorhanden. Dort ist das Gliagewebe das einzige Constituens und sind diese Stellen deshalb für das blosse Auge blassgrau durchscheinend. An der Spitze des Hinterhorns liegt, namentlich im oberen Halsmark und im Lendenmark deutlich, eine solche Gliaansammlung. Sie hat nach ihrem Entdecker

den Namen **Substantia gelatinosa Rolandi** empfangen. Die Fasern der hinteren Wurzeln treten zum Theil durch sie hindurch, wie Sie an Fig. 82 sehen. Eine zweite Gliaansammlung befindet sich in der Umgebung des Centralkanales, sie heisst **Substantia gelatinosa centralis.** Schliesslich ist auch die ganze Peripherie des Rückenmarkes von einem dünnen Mantel fast reiner Gliasubstanz überzogen, der **gelatinösen Rindenschicht.**

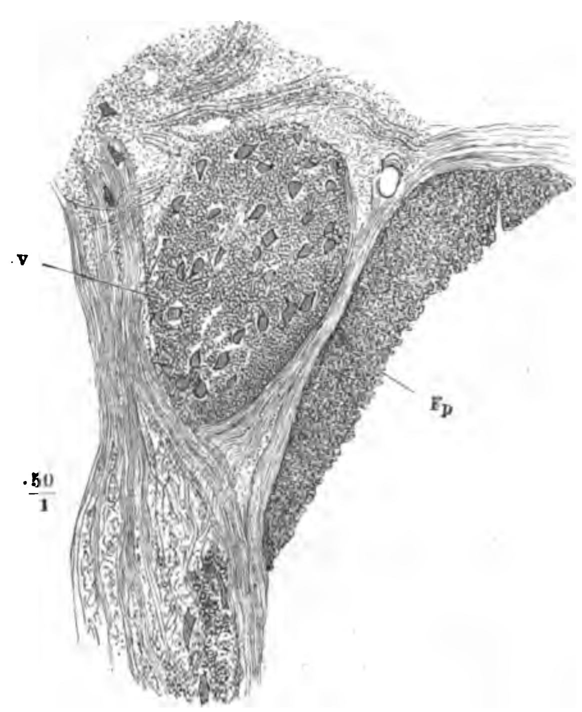


Fig. 83.
Querschnitt der Columna vesicularis (v). *Fp* Funiculus post. Nach Henle.

Die **weisse Substanz,** welche die graue umgiebt, besteht wesentlich aus in der Längsaxe des Rückenmarkes verlaufenden Fasern, zu denen noch die schräg aufsteigenden Fasern der Nervenwurzeln und eine gewisse Anzahl von anderen Fasern kommen, welche mehr oder weniger senkrecht zur Längsaxe aus der grauen Substanz heraus zu den weissen Fasersträngen ziehen. Die Nervenfasern haben einen Axencylinder und eine Markscheide. Die Breite der letzteren wechselt sehr. Eine Schwann-sche Scheide fehlt ihnen. Zwischen den Nervenfasern liegt Neuroglia, welche an vielen Stellen direkt in faseriges Bindegewebe übergeht. In diesem Bindegewebe, das sich nach aussen in die Gliascheide und in die Pia mater fortsetzt, liegen, ziemlich radiär eindringend, Blutgefässe. Die Neuroglia besteht, wie auch in der grauen Substanz, aus zahlreichen Zellen mit langen dünnen Ausläufern. Meist ist der Zellleib so klein, dass die Ausläufer aus dem Kern zu kommen scheinen. Zuweilen aber erreicht er ein stärkeres Volumen. Solche

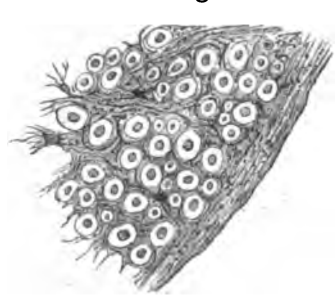


Fig. 84.
Ein Stückchen vom Querschnitt der weissen Substanz eines Seitenstranges. Neuroglia mit eingelagerten Deiters-schen Zellen umgiebt die querdurchschnittenen Nervenfasern, in deren Mitte je ein Axencylinder zu sehen ist. Nach Erb.

Exemplare hat man als Spinnenzellen, auch als Deiters'sche Zellen bezeichnet (s. Fig. 84 links aussen).

Durch die eintretenden Wurzeln und durch die Längsfurchen wird das Rückenmark, wie ein Blick auf den Querschnitt zeigt, in einzelne Stränge abgetheilt. Nach innen von den Wurzeln liegen die Vorder- resp. Hinterstränge, nach aussen von ihnen die Seitenstränge.

Das Studium der Entwicklungsgeschichte, sowie die Untersuchung gewisser Krankheiten des Rückenmarkes haben gelehrt, dass diese Vorder-, Hinter- und Seitenstränge nicht einheitliche, gleichwerthige Fasermassen sind, wie es wohl bei Betrachtung des Querschnittes eines gesunden Rückenmarkes vom Erwachsenen scheinen mag, dass sie sich vielmehr aus mehreren Abtheilungen zusammensetzen.

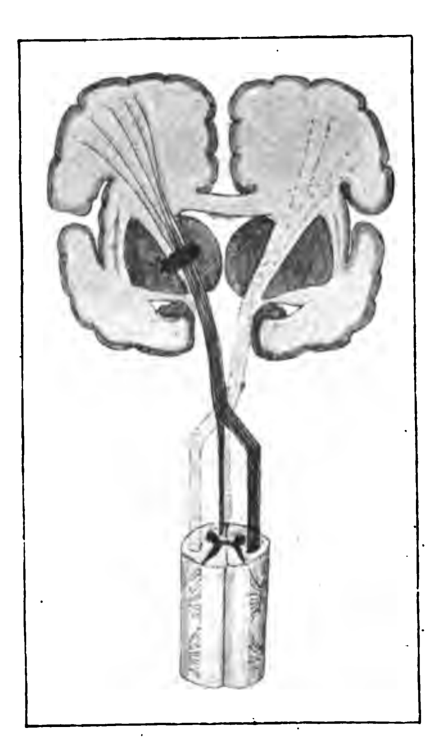


Fig. 85.
Schema der absteigenden Degeneration in der Pyramide bei einem Krankheitsherd in der Capsula interna links.

Wenn irgendwo im Centralorgan ein Krankheitsherd die Pyramidenbahn ganz zerstört, sei es in dem Stabkranz, sei es in der Kapsel, im Hirnschenkelfuss oder noch weiter abwärts, so schwinden in dieser Bahn allmälig die Nervenfasern; sie werden durch Bindegewebe ersetzt. Diese Entartung, welche man als secundäre Degeneration bezeichnet, setzt sich nach abwärts bis in das Rückenmark fort. Sie nimmt da zwei Stellen ein; einmal den innersten Theil des Vorderstranges derjenigen Seite, wo die Zerstörung im Hirn liegt und dann ein relativ grosses Gebiet im Seitenstrang der gekreuzten Seite. Ganz oben am Rückenmark, dicht an der Medulla oblongata, sieht man, wie dieser Theil der degenerirten Fasern sich mit den Fasern von der gesunden Seite her kreuzt und in den Seitenstrang eintritt.

Die Bahn, welche also von der Degeneration in absteigender Richtung befallen wird, heisst, wie im Gehirn, so auch im Rückenmark Pyramidenbahn. Sie zerfällt in letzterem in die Pyramiden-Vorderstrangbahn (innerste Partie der Vorderstränge) und in die Pyramiden-Seitenstrangbahn (in der hinteren Hälfte der Seitenstränge). Es ist Grund zur Annahme vorhanden, dass diese Pyramiden-

bahnen die Mehrzahl der Fasern vom Gehirn zum Rückenmark führen, welche der bewussten Bewegung dienen. Sie entarten nur absteigend, ihre Nerven schwinden regelmässig, wenn der Querschnitt der Bahn irgendwo im Gehirn oder auch im Rückenmark zerstört wird. Zur Zeit der Geburt haben beim Menschen alle Bahnen im Rückenmark ihre Myelinscheiden. Nur der Pyramidenbahn, welche im Grosshirn und Mittelhirn bereits markhaltig ist, fehlen sie noch. Beim Neugebornen erscheinen daher die Pyramidenbahnen grau im weissen Rückenmarksquerschnitt.



Fig. 86.

Querschnitt durch das Halsmark eines Neugebornen. Die Pyramidenbahnen ohne markhaltige Fasern, durchscheinend hell. Die Pyramidenvorderstrangbahn ragt weit in die Peripherie des Vorderseitenstrangs hinein.

Der Querschnitt der Pyramidenbahn wird nach dem Lendenmark zu immer kleiner, schon im unteren Brustmark ist die Pyramidenvorderstrangbahn oft gar nicht mehr nachzuweisen, weil ihre Fasern sich in den Ursprungsgebieten der motorischen Nerven verlieren.

Auf der folgenden Zeichnung giebt 7 und 7′ ein ungefähres Bild vom Verhalten der Pyramidenbahn in verschiedenen Höhen des Rückenmarkes.

Sie erinnern sich, meine Herren, des Degenerationsprocesses, welcher eintritt, wenn die hinteren Wurzeln dicht am Rückenmark durchschnitten werden. Es entarten dann drei Gebiete des Rückenmarksquerschnittes. Erstens, nur in der Nähe der Durchschneidungsstelle, das Gebiet der Hinterstränge, welches den Hinterhörnern direkt angrenzt, ein Theil von *2* der nachstehenden Figur. Zweitens aber degenerirt auf die ganze Länge des Markes, von der Schnittstelle bis hinauf zur Medulla oblongata, der keilförmig geformte innerste Theil der Hinterstränge, welcher in der Figur mit *5* bezeichnet ist. Darnach sind in den Hintersträngen zwei Fasergebiete enthalten, welche sich durch verschiedenes Verhalten nach Zerstörung der eintretenden Wurzeln von einander unterscheiden, ein äusseres Gebiet, gewöhnlich als Grundbündel der Hinterstränge, auch als Keil- oder Burdach'sche Stränge bezeichnet und ein inneres, dem man den Namen der zarten Stränge oder auch der Goll'schen Stränge gegeben hat. Am normalen Marke des Erwachsenen sind die beiden Hinterstrangtheile nur im Halsmark [1]) deutlich durch Bindegewebssepten von einander geschieden, auf tieferen Querschnitten kann man sie nur erkennen, wenn einer von beiden erkrankt und deshalb durch eine andere Färbung ausgezeichnet

---

1) Funiculus cuneatus und Funiculus gracilis in Fig. 77 b.

ist. Die Goll'schen Stränge nehmen von unten nach oben bis in das obere Brustmark an Stärke zu, wahrscheinlich weil sie Theile der fortwährend eintretenden hinteren Wurzeln der Medulla oblongata zuführen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass in den Hintersträngen noch mehr Unterabtheilungen zu machen sind. Die Art, wie manche Erkrankungen sich in ihnen ausbreiten, namentlich auch gelegentliche vom Beschriebenen abweichende Bilder bei der secundären Degeneration, lassen das vermuthen.

Die Hinterstränge bestehen zum grössten Theile aus den eintretenden Fasern der hinteren Wurzeln. Diese Wurzeln sind so angeordnet, dass die eintretende immer am weitesten aussen, dicht an den Hinter-

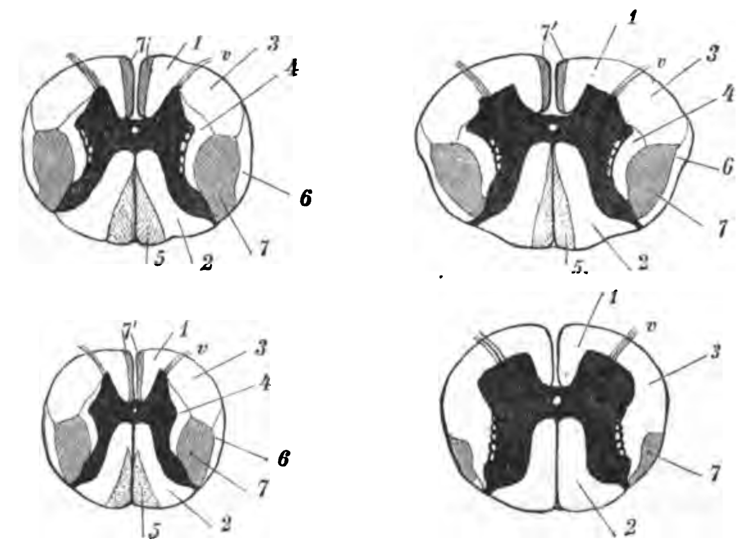


Fig. 87 (nach Flechsig).

Schnitte durch das Rückenmark in verschiedenen, rechts aussen angegebenen Höhen. Abgrenzung der einzelnen Stränge in der weissen Substanz. 1 Vorderstranggrundbündel; 2 Hinterstranggrundbündel, Keilstrang oder Burdach'scher Strang; 3 vordere gemischte Seitenstrangzone; 4 seitliche Grenzschicht der grauen Substanz; 5 zarter oder Goll'scher Strang; 6 Kleinhirnseitenstrangbahn; 7 Pyramidenseitenstrang- und 7' Pyramidenvorderstrangbahn; *v* vordere Wurzeln. Graue Substanz schwarz gehalten.

hörnern liegt, dass aber die nach ihr, d. h. über ihr zum Rückenmark gelangende Wurzel ihre Vorgängerin nach innen schiebt. So kommt es, dass oben im Halsmark die Fasern aus den Unter-Extremitäten wesentlich in den Goll'schen Strängen zu suchen sind, während die Burdach'schen Stränge noch sehr viele Fasern aus den oberen Extremitäten führen. Sie dürfen sich nun, meine Herren, nicht vorstellen, dass die genannten Hinterstrangantheile die Gesammtmasse der Fasern einer hinteren Wurzel nach oben führen. Viele Fasern gelangen vielmehr gleich nach dem Eintritt der Wurzel in die graue Substanz, andere biegen während ihres Verlaufes im Hinterstrang erst dorthin um. So kommt es, dass in den oberen Theilen des Markes doch nur relativ wenige von den tief unten eingetretenen Fasern im Hinterstrang liegen.

Experimentell hat man das dadurch eruirt, dass das degenerirende Querschnittsfeld einer durchschnittenen Hinterwurzel immer kleiner wurde, wenn es nach oben hin verfolgt wurde. Gleichzeitig rückte es nach innen.

Im obersten Theile des Rückenmarkes enthalten die Keilstränge eine grosse Anzahl Fasern, die nicht direkt aus den Hinterwurzeln stammen. Ihre Herkunft ist unsicher.

Ich habe vorhin noch eines dritten Antheiles des Rückenmarksquerschnittes gedacht, welcher nach Durchschneidung der Hinterwurzeln secundär degenerirt.

Es ist das peripher in den Seitensträngen liegende Querschnittsfeld *6*. Diese Bahn, welche bis ins Kleinhirn ungekreuzt zu verfolgen ist, scheint nur zu entarten, wenn Wurzelfasern aus dem Bereich, welchen die Columna vesicularis im Marke einnimmt, also aus dem Rückenmarksbereich, welcher wesentlich den Stamm des Körpers innervirt, durchtrennt werden. Es ist wesentlich Verdienst der entwicklungsgeschichtlichen Forschung, dass wir die Kleinhirn-Seitenstrangbahn kennen und vom übrigen Seitenstrang abgrenzen lernten. In den ersten Lebenswochen, wo die Pyramidenbahn noch marklos ist, umgiebt die Kleinhirnbahn als zarter weisser Saum die Hälfte der Seitenstrangperipherie.

Dicht vor der Kleinhirnbahn liegt ein Querschnittsfeld, das von der Peripherie des Seitenstranges wie ein Keil in diesen ragt. Es ist auf den Schematen nicht angegeben, ist aber, wie es scheint, selbständig, da es aufsteigend allein secundär degeneriren kann.

So hätten wir denn bislang an der Hand des Studiums secundärer Degenerationen und der Entwicklungsgeschichte die folgenden Unterabtheilungen, Strangsysteme ist der Name, den man ihnen gegeben, der weissen Substanz kennen gelernt: In den Vordersträngen die Pyramiden-Vorderstrangbahn. In den Seitensträngen die Pyramiden-Seitenstrangbahn und die Kleinhirn-Seitenstrangbahn. In den Hintersträngen die Grundbündel und die zarten Stränge.

Diese Stränge entarten alle aufsteigend oder absteigend, nicht nur wenn, wie in den bisher gewählten Beispielen, die Unterbrechung für die Pyramidenbahnen im Gehirn, für die anderen an den Hinterwurzeln stattfindet, sondern auch wenn sie irgendwo in ihrem Verlauf durch das Rückenmark selbst unterbrochen werden. In der folgenden Figur 88 ist angenommen, dass im oberen Brustmark durch eine die ganze Breite des Rückenmarks treffende Entzündung die Leitung nach unten und nach oben von der kranken Stelle unterbrochen ist.

Da sehen Sie nach unten die Pyramidenbahn in Vorder- und Seitenstrang degenerirt; nach oben sind zunächst ausser der Kleinhirn-Seitenstrangbahn nur die zarten Stränge entartet.

Auf einem Schnitt wenig über der ganz degenerirten Stelle würde man auch die Keilstränge betroffen finden, die höher oben, weil neue Wurzelfasern in sie gelangten, intact erscheinen.

Da die Faserunterbrechung beide Rückenmarkshälften betraf, ist auch die Entartung doppelseitig aufgetreten. Wird, wie bei dem Kranken, dessen Mark die Abbildung Figur 89 entstammt, nur eine Bahn zerstört, so bleibt die Degeneration auch im Wesentlichen nur einseitig.

Man hat nach einseitiger Hirnerkrankung auch schon beide Pyramidenbahnen absteigend entarten gesehen, jedoch war auf der nicht typischen Seite die Degeneration meist nur schwach angedeutet.

Wenn Sie die Figur 87 betrachten, so fallen Ihnen ausser den genannten noch weitere Theile des Querschnittes auf. Es sind die weissgelassenen Felder *1* und *3* im Vorder- und im Seitenstrang. Sie bilden eigentlich nur ein von den vorderen Wurzeln durchzogenes Areal und haben den Namen Vorder-Seitenstrangreste erhalten. Der Theil, welcher in den Vordersträngen liegt, wird auch als Grundbündel der Vorderstränge (*1* der Figur) bezeichnet. Der Seitenstrangantheil hat den Namen vordere gemischte Seitenstrangzone (*3* der Figur) erhalten.

Die Fasern in den Vorderseitenstrangresten entstammen zum Theil den vorderen Wurzeln, zum Theil der grauen Substanz; auch Fasern aus den hinteren Wurzeln treten in sie, namentlich in dem als seitliche Grenzschicht der grauen Substanz (*4* der Figur) bezeichneten Gebiete.

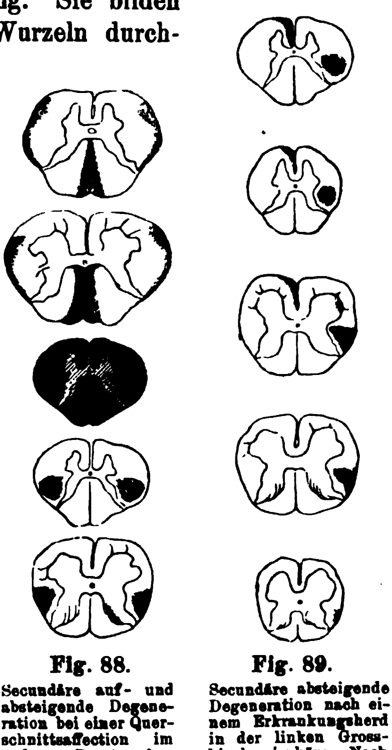


Fig. 88. Secundäre auf- und absteigende Degeneration bei einer Querschnittsaffection im oberen Brustmark. Nach Strümpell.

Fig. 89. Secundäre absteigende Degeneration nach einem Erkrankungsherd in der linken Grosshirnhemisphäre. Nach Erb.

Während in den Pyramiden und in den Hintersträngen viele lange Bahnen enthalten sind, scheinen in den Vorderseitenstrangresten wesentlich kürzere Fasern zu liegen, welche sich zwischen einzelnen Höhen der grauen Substanz ausspannen. Auch Fasern aus der vorderen Commissur lassen sich (bei neugeborenen Katzen) in sie leicht verfolgen.

Nach oben zu werden, an der Grenze der Oblongata, die Vorderseitenstrangreste allmälig faserärmer. Einen Theil ihrer Züge kann man an Längsschnitten bis hoch hinauf in die Haube der Brücke verfolgen. Er liegt in der Oblongata in dem Gebiet der Substantia reticularis, welches dorsal von der Olive dieser ziemlich nahe angrenzt. Einzelne Fasern scheinen in den motorischen Kernen der Hirnnerven, Accessorius, Vagus, Glossopharyngeus zu enden, und von dort scheinen wieder andere Fasern zum Facialis und motorischen Quintuskern aufzusteigen.

Lassen Sie uns jetzt, nachdem uns die allgemeinen Verhältnisse der Zusammensetzung des Rückenmarkes bekannt geworden, sehen, was aus den eintretenden Wurzelfasern wird, deren Verfolgung wir oben aufgegeben haben; lassen Sie uns untersuchen, wie weit ihr Verlauf im Centralorgan erforscht ist. Nicht Form und Gestaltung der Theile des Centralnervensystems sind es ja, die uns hier wesentlich interessiren; auf den Zusammenhang der Theile, auf die Beziehungen, in denen die Faser zur anderen Faser und zur Zelle steht, auf diese Verhältnisse haben wir unsere Forschung im Grunde zu richten.

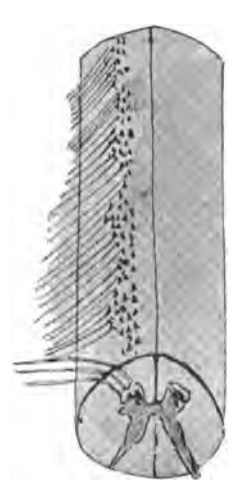


Fig. 90.
Durchtritt der Vorderwurzeln durch die Rückenmarkssubstanz. Schema.

Sanft ansteigend treten mitten durch die Vorderseitenstränge die Züge der vorderen Wurzel. Auf eine lange Strecke des Markes ist jede einzelne ausgebreitet. Deshalb trifft jede Verletzung dieser Rückenmarkstränge immer vordere Wurzelfasern und ist es nicht möglich, durch Durchschneidungsversuche an Thieren Aufschluss über die Function der Vorderseitenstränge selbt zu bekommen. Die Vorderwurzeln, welche motorische Fasern und wahrscheinlich auch Fasern, welche irgendwie trophischen Einfluss auf Muskel (und Nerv?) ausüben, führen, bilden einen wesentlichen Bestandtheil der betreffenden Stränge.

Die vorstehende Zeichnung und Fig. 91 geben Ihnen ein Bild vom centralen Verlauf der vorderen Wurzel.

An der Grenze der grauen Substanz angekommen, fahren die Fasern jedes Bündelchens aneinander. Der Angaben über das, was dann aus ihnen wird, besitzen wir viele und sich oft widersprechende. Die folgende Darstellung, welche sich vielfach auf eigene Untersuchung stützt, versucht das Wichtigste zu vereinen.

Zunächst ist als sicher gestellt anzunehmen, dass Fasern der vorderen Wurzel zu Ganglienzellen der Vorderhörner gelangen, resp. in deren Axencylinderfortsatz übergehen (s. Fig. 80); dann erscheint es mir als kaum mehr zu bezweifeln, dass aus den Vorderhörnern selbst

Fasern in die Seitenstränge übertreten. Das sind die beiden festen Facta.

Im Allgemeinen glaubt man sich berechtigt annehmen zu dürfen:

1. Fasern aus den Wurzeln zu den Zellen des Vorderhornes.
2. Fasern zum Seitenstrang, welche ohne Einschaltung einer Zelle das Vorderhorn durchbrechen.
3. Analoge Fasern mit Einschaltung einer Zelle.
4. Fasern in das Hinterhorn (vielleicht die anatomische Grundlage eines Reflexbogens); Einschaltung von Zellen in diese ist noch nicht nachgewiesen.

Auch in das Vorderhorn und den Vorderstrang der anderen Rückenmarkshälfte gelangen Fasern (*5*, *6*).

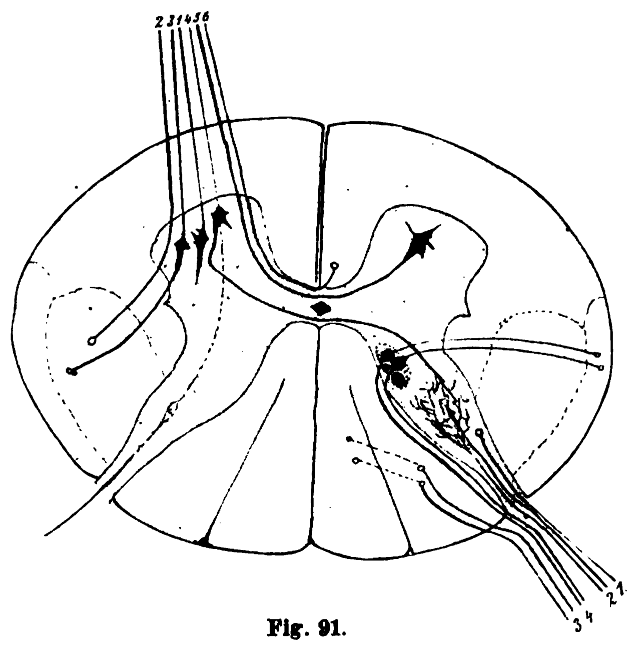


Fig. 91.

Querschnitt durch das Rückenmark. Schema des Verlaufes einiger Wurzelfasern. Die Zahlen an den Wurzelfäden beziehen sich auf die gleichen Zahlen im Texte.

Diejenigen Fasern, welche direkt oder durch Ganglienzellen zu den Seitensträngen gehen, gelangen zum guten Theil durch die Pyramidenbahn in die Hirnrinde; es sind die motorischen Fasern.

Die Fasern zum Vorderstrang und zu dem Vorderhorn der anderen Seite verlaufen in der weissen Masse vor dem Centralkanal, der vorderen Commissur; in dieser kreuzen sie sich mit den von der anderen Seite kommenden analogen Fasern. In der vorderen Commissur liegen noch Fasern aus den Vordersträngen zum gekreuzten Seitenstrang, Fasern aus den Hintersträngen u. a.

Noch weniger sicher bekannt als der Verlauf der vorderen Wurzel-

fasern nach dem Eintritt in das Rückenmark ist derjenige der hinteren Wurzelfasern.

Wir können sofort auf dem Querschnitt durch das Mark zwei verschiedene Gruppen trennen, eine mediale, welche zunächst in die weisse Substanz des Hinterstranges gelangt und eine laterale, welche zumeist direkt in das Grau des Hinterhornes tritt (s. Fig. 82 *Rp* und *Rip*). Die Fasern der lateralen Gruppe treten (*1*) zum Theil im Hinterhorn nach oben, zum grösseren Theil (*2*) verlieren sie sich zwischen den Fasern und Ganglienzellen der Hinterhörner, einzelne gelangen bis in die Gegend des Ursprungs der Vorderwurzeln, und zwar theils der gleichen, theils der gekreuzten Seite.

Die Mehrzahl der Fasern der medialen Gruppe tritt in den Keilsträngen nach oben (*3*) und gelangt allmälig in höheren Ebenen des Markes in die zarten Stränge; die punktirten Linien der Zeichnung sollen das andeuten. Viele Fasern aber treten nach kurzem Verlauf in die graue Substanz des Hinterhorns ein, sowohl über als unter der Eintrittsstelle der Wurzel. Von diesen geht ein Theil in die Columna vesicularis hinein (*4*). Aus der Columna vesicularis kommen die Fasern, welche in der Peripherie des Rückenmarkes als Kleinhirnseitenstrangbahn zum Cerebellum aufsteigen. Sie erinnern sich, dass die Kleinhirnseitenstrangbahn degenerirt, wenn die hinteren Wurzeln durchschnitten werden. Die Columna vesicularis ist ein Zwischenglied zwischen ihr und den hinteren Wurzeln; durch sie werden Fasern der Hinterwurzeln zum Kleinhirn geleitet, Fasern, die höchst wahrscheinlich von Wichtigkeit für die Coordination der Bewegungen unseres Rumpfes sind. Denn nicht nur sieht man nach Kleinhirnleiden Gang und Haltung oft uncoordinirt werden, auch bei der Tabes dorsalis, wo die hochgradigste Ataxie vorkommt, sind gerade die Fasern der Hinterstränge und die Columna vesicularis degenerirt, ist also ein Theil der Bahnen zum Kleinhirn unterbrochen. Wir dürfen uns den Verlauf der wichtigsten hinteren Wurzelfasern etwa in der Weise des folgenden Schemas (Fig. 92) denken, in dem alle Fasern auf eine Ebene projicirt sind.

Dies Schema enthält natürlich nur einen Theil der Fasern, nur die, welche in ihrem Verlauf einigermassen sicher gestellt sind. Sie müssen es mit Fig. 91 combiniren, um ein richtiges Bild zu bekommen.

Es kann hier meine Aufgabe nicht sein, ein vollkommnes Bild all der Fasern zu geben, welche durch die Wurzeln und die Stränge allmälig in die graue Substanz gelangen, ich muss auf eine Schilderung des Verlaufes all der Fäserchen und Zellausläufer, die sich da kreuzen und durchflechten, verzichten.

Das Bild von den wichtigsten Faserbahnen im Rückenmark, das ich Ihnen heute vorlegte, könnte noch um vieles feiner ausgeführt, noch mit manchem hochinteressanten Detail verziert werden. Schon

sind wir aber an so manche Stelle gerathen, wo unser Wissen unsicher wird und getreu der Grenze, die diese Vorlesungen sich stecken mussten, will ich da abbrechen, wo die Fülle eruirter Details und sich widersprechender Meinungen der Autoren noch nicht gestatten, dem Lernenden präcise Bilder vorzuführen.

In der Vorrede zu seinem grossen Werke über den Bau des Rückenmarkes sagt Stilling: „Wir dürfen, um mit dem edlen Burdach zu reden, nicht vergessen, dass wir bei der Erforschung des Rückenmarksbaues in ein Wunderland reisen, welches wir noch so wenig wahrhaft

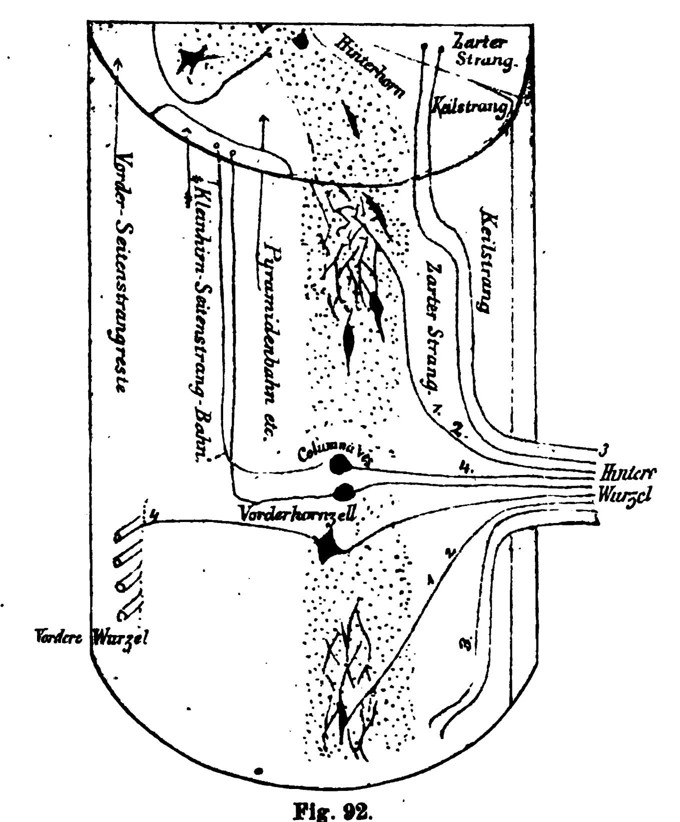


Fig. 92.
Durchsichtig gedachte Hälfte eines Rückenmarksabschnittes, um den Verlauf eines Theiles der Fasern der Hinterwurzeln zu zeigen.

kennen: so mögen wir nur auf Ströme und Berge den Blick heften, um eine klare Uebersicht des Ganzen zu erlangen, und es den Nachfolgern überlassen, jeden Bach zu verfolgen und bei jeder Anhöhe zu verweilen."

Sechsundzwanzig Jahre sind verflossen, seit mit jener Vorrede eines der inhaltsreichsten Bücher in die Welt ging, mit dem je die anatomische Wissenschaft beschenkt wurde und noch sind wir gar weit von dem Ziele entfernt, noch lange wird es dauern, bis jene Generalstabskarte wird gezeichnet werden können, von der Burdach und Stilling träumten.

Neunte Vorlesung.

Das Rückenmark, die Medulla oblongata.

M. H.! Im Rückenmark liegen physiologisch weit verschiedene Fasern eng beisammen; die als Centralorgane zu betrachtenden Zellen sind dicht umgeben von peripheren Leitungen. Es wird Ihnen daher begreiflich erscheinen, dass es äusserst schwer ist, die Folgen zu ermitteln, die Symptome festzustellen, welche bei Erkrankung oder Zerstörung eines dieser Componenten des Rückenmarkes auftreten.

Dennoch hat genaue Beobachtung am Krankenbette und am Sectionstische uns manches hierher Gehörige gelehrt. Eine Anzahl von Rückenmarkskrankheiten befallen immer nur bestimmte Theile des Markes, immer nur einzelne Stränge oder gewisse Gruppen von Ganglienzellen und lassen die übrigen Theile des Querschnittes entweder für immer oder doch für lange Zeit intact. Die Beobachtung solcher Formen wird natürlich für die uns beschäftigende Frage von grösster Wichtigkeit sein. Dann erlauben Verletzungen, Durchschneidungen, Compressionen des Markes wie sie durch Caries der Wirbel und durch Tumoren zu Stande kommen, oft wichtige Schlüsse.

Viel weniger als durch die Pathologie lässt sich durch den physiologischen Versuch am Thiere ermitteln. Die nöthigen Eingriffe sind verglichen mit den pathologischen Processen recht grober Natur und über Natur und Herkunft durchschnittener Fasern wissen wir bei Thieren recht wenig, da ihr Mark noch lange nicht so gut anatomisch durchforscht ist, als das des Menschen. [1])

Es kann natürlich in diesen Vorlesungen nicht unsere Aufgabe sein die reichen Ergebnisse, welche wir zahlreichen Forschungen über die Pathologie des Rückenmarkes verdanken, auch nur kurz zu resumiren. Eine Reihe vortrefflicher Bücher führen Sie ja in dies Gebiet ohne allzugrosse Schwierigkeit ein.

Nur einige besonders wichtige oder besonders sicher gestellte Punkte seien erwähnt.

Erkrankungen der Vorderseitenstrangreste und der Pyramidenbahn haben Parese oder Paralyse der gleichen Seite im Gefolge. Wahrscheinlich genügt die Affection der Pyramidenbahn allein, um dies Symptom zu erzeugen. Chronische Erkrankungen der Pyramidenbahn haben noch das Eigenthümliche, dass die gelähmten oder auch nur geschwächten Muskeln in Contractur gerathen und dass die Sehnenreflexe auf der gleichen Seite lebhaft gesteigert werden. Es ist nicht sicher gestellt ob Sensibilitätsstörungen durch Erkrankung der Vorder-Seitenstränge entstehen können.

1) Es ist deshalb sehr zu beklagen, dass die meisten Lehrbücher der Physiologie noch immer nicht Akt von den physiologisch wichtigen Ergebnissen nehmen, welche die Pathologie zu Tage fördert.



Nach Erkrankungen der Hinterstränge kommen sie jedenfalls vor; eine natürliche Folge der Zusammensetzung dieser Stränge aus Fasern der hinteren Wurzeln. Dass die Ataxie, welche bei hochgradiger Hinterstrangerkrankung auftritt, wahrscheinlich auf einer Störung der Bahnen aus den hinteren Wurzeln zum Kleinhirn beruht, wurde in der vorigen Vorlesung bereits erwähnt. Die motorische Kraft erleidet durch Erkrankung der Hinterstränge keine Einbusse.

Wenn die graue Substanz der Vorderhörner von einem krankhaften Processe zerstört wird, dann tritt, ganz wie bei Zerstörung peripherer Nerven, Lähmung in den Muskeln ein, welche ihre Nervenfasern aus der betreffenden Stelle beziehen. Dieser Lähmung gesellt sich ungemein rasch

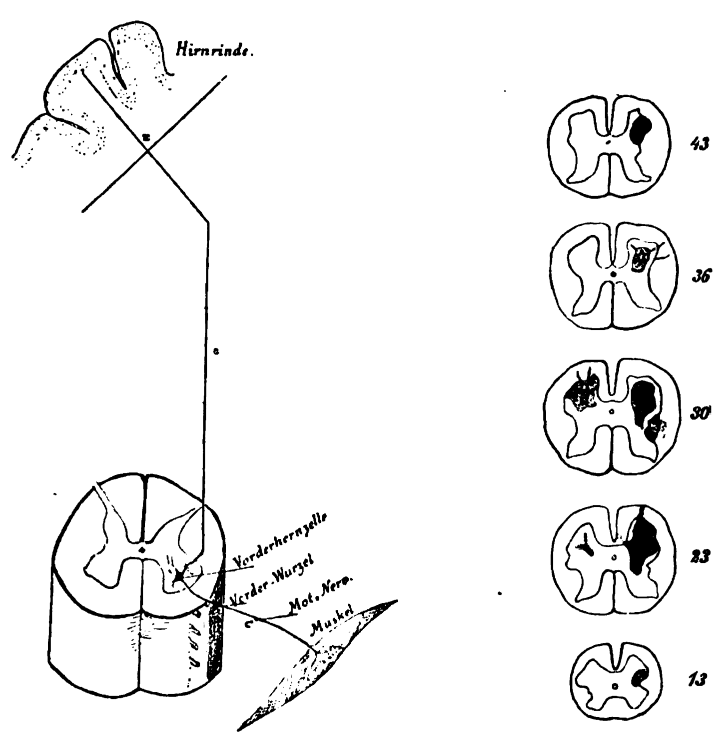


Fig. 93.
Schema der Innervation für einen Muskel, siehe S. 106.

Fig. 94.
Localisation der Erkrankungsherde in den grauen Vordersäulen der Lendenanschwellung, von einem zweijährigen Kinde, 11 Monate nach Beginn der Erkrankung; ein grösserer Herd in der rechten, ein kleinerer in der linken Vordersäule. 13, 23, 30, 36, 43 mm oberhalb des Filum terminale. Aus Erb, nach Roth.

Atrophie der gelähmten Muskeln zu. Auch darin ist sie der peripheren Lähmung ähnlich, dass die Muskeln auf den elektrischen Strom meistens bald so reagiren, als ob ihr zuleitender Nerv durchschnitten sei. Man glaubt alle diese Thatsachen durch die Annahme vereinigen zu können, dass in den grossen Zellen der Vorderhörner trophische Centren für die Muskeln und Nerven gegeben seien. Dafür spricht auch der Durchschneidungsversuch. Einerlei wo man die vordere Wurzel nahe oder fern vom Rückenmark trennt, ihr Nerv degenerirt immer nach der Peripherie hin, während die hintere Wurzel auch vom Marke getrennt, dann erhalten bleibt, wenn sie noch mit ihrem Spinalganglion zusammenhängt.

Wenn die Fasern zu den Vorderwurzeln hirnwärts von ihren Vorderhornzellen, also in den Seitensträngen zerstört werden, tritt keine Atrophie, nur Lähmung ein.

An dem vorstehenden Schema (Fig. 93), welches den Zusammenhang von centraler und peripherer motorischer Bahn darstellt, können Sie sich diese Verhältnisse leicht einprägen.

Eine Erkrankung, welche sich in der Linie xac, resp. in den von ihr repräsentirten Fasern localisirt, führt zur Lähmung. Wenn sie vor der Ganglienzelle die Leitung unterbricht, also bei x oder a, trägt sie den Charakter einer centralen Lähmung ohne Atrophie und geht häufig dadurch, dass wahrscheinlich andere Bahnen für xa eintreten, in Besserung resp. Heilung über. Wird aber die Linie xac in der Ganglienzelle oder irgendwo in c unterbrochen, so tritt nicht nur Lähmung, sondern auch Schwund der gelähmten Fasern und Atrophie der von ihnen versorgten Muskeln ein. Dadurch wird die Aussicht auf Wiederherstellung der gelähmten Partien eine sehr geringe. Zuweilen tritt nach langdauernder Unterbrechung von xa auch allmälig Betheiligung von c auf. Das ist aber selten. Unterbrechung der Bahn a führt auch zu absteigender Degeneration von der Unterbrechungsstelle bis zur Höhe des betreffenden Vorderhorns. Die trophischen Centren für diesen Theil der motorischen Bahn müssen daher in centraler Richtung von der Unterbrechungsstelle, wahrscheinlich in der Rinde zu finden sein.

Als ein Beispiel für Lähmung und Muskelschwund, wie sie nach Erkrankung der Vorderhörner auftreten, erwähne ich die „spinale Kinderlähmung“. Dort tritt ganz plötzlich complete Lähmung einzelner Muskelgruppen auf und rasch folgt ihr Schwund der Muskelsubstanz. Die Untersuchung des Rückenmarkes ergiebt dann Erkrankungsherde, welche die graue Substanz der Vorderhörner getroffen haben. Auch die Nerven, ja die Wurzeln selbst, werden allmälig atrophisch. Rückenmark und Wurzeln gewähren später Bilder wie das folgende:

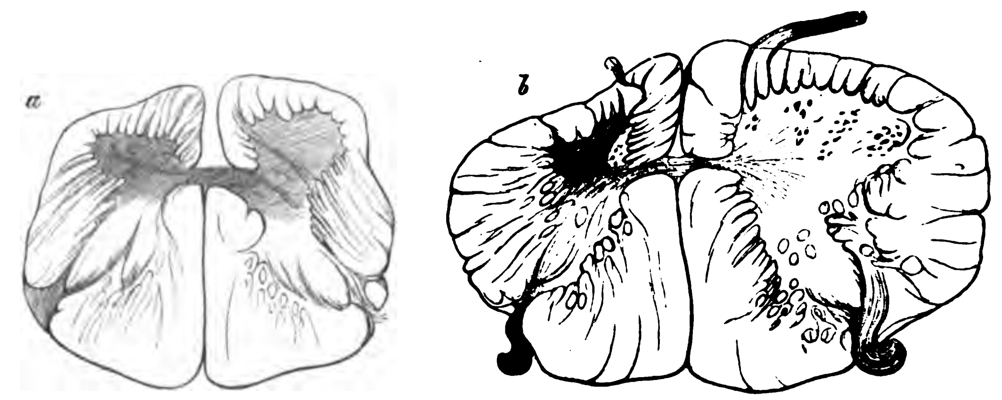


Fig. 95 a und b.

Rückenmark mit Poliomyelitis anterior acuta, 43 Jahre nach Beginn der Krankheit. — a. Schnitt durch die Lendenanschwellung; beide Vordersäulen und Vorderseitenstränge stark geschrumpft, links mehr wie rechts; keine Ganglienzellen. — b. Schnitt durch die Cervicalanschwellung; linke Vordersäule und Vorderseitenstrang sehr stark geschrumpft, ohne Ganglienzellen. Hintersäulen und Hinterstränge in beiden Schnitten normal, nach Charcot et Joffroy.

Lassen Sie uns nach diesem kurzen Excurs auf das Gebiet der Pathologie wieder zurückkehren zu dem Punkte, von dem wir ausgingen, zur Betrachtung des Rückenmarkbaues.

Am oberen Ende des Rückenmarkes verlagern sich die weissen Fasern, welche es zusammensetzen, in mannigfacher Weise, die Ausdehnung und Form der grauen Substanz ändert sich erheblich, neue Anhäufungen von Glia und Ganglienzellen treten auf und rasch wird das Ihnen jetzt wohlbekannte Bild des Rückenmarksquerschnittes verwischt, namentlich wird es undeutlich, wenn dicht über dem Rückenmarksende rechts und links, da wo bislang Seitenstränge lagen, die Oliva inferior, ein graues vielfach gefälteltes ganglienzellenreiches Blatt sich einschiebt, wenn der Centralkanal immer weiter nach hinten rückend zur Rautengrube sich erweitert.

Die Reihe von Querschnitten, welche ich Ihnen jetzt demonstriren werde, ist bestimmt, die Genese der Medulla oblongata aus dem Rückenmarke zu erläutern.

Figur 96 stellt einen Schnitt durch das Halsmark dar, etwa der Stelle entsprechend, wo der erste Cervicalnerv abgeht. Sie soll Ihnen

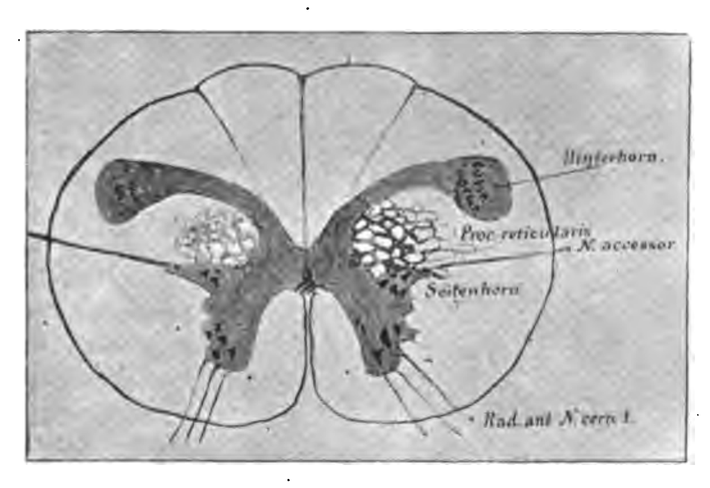


Fig. 96.
Schnitt durch den obersten Theil des Cervicalmarkes.

wesentlich nur die in der vorigen Vorlesung geschilderten Formverhältnisse wieder in das Gedächtniss zurückrufen.

Drei Punkte wollen Sie aber an dieser Figur noch beachten, weil sie abweichen von dem bislang Geschilderten. Es ist einmal die eigenthümliche Form des Hinterhorns, das nur durch einen dünnen „Hals“ mit seinem hintersten durch Substantia gelatinosa stark verdickten Theil, dem „Kopf des Hinterhorns“ zusammenhängt. Die Anhäufung von Substantia gelatinosa an dieser Stelle setzt sich als lange Säule bis hinauf in die Brücke fort und ist auf allen folgenden Schnitten zu sehen.

Dann sehen Sie, dass die Seitenhörner stark ausgebildet sind und dass aus ihnen eine Nervenwurzel kommt. Sie gehört dem Accessorius an, dessen Wurzeln ja, wie Sie wissen, bis weit am Halstheil

herab vom Rückenmarke abgehen. Drittens bemerken Sie in dem Raum zwischen Hinter- und Vorderhorn, dass die graue Substanz mit zahlreichen netzförmigen Zügen den Seitenstrang durchzieht, seine Fasern in einzelne zerlegt; es ist dies die Formation der Processus reticulares.

Ueber der eben gezeichneten Querschnittshöhe beginnen die Umlagerungen von Fasern etc., welche zur Bildung des Oblongataquerschnitts führen. Zunächst tritt die Pyramidenbahn aus den Seitensträngen heraus, das Vorderhorn ihrer Seite durchbrechend in den Vorderstrang der anderen Seite. Dort trifft sie, wie Sie sich wohl erinnern, auf die Pyramiden-Vorderstrangbahn und von nun an zieht diese letztere, die ungekreuzte Pyramide, vereint mit der gekreuzten als Pyramidenstrang nach oben. Die Hinterhörner rücken, wenn der bislang von der Pyramide im Seitenstrang eingenommene Platz frei wird, weiter nach vorn.

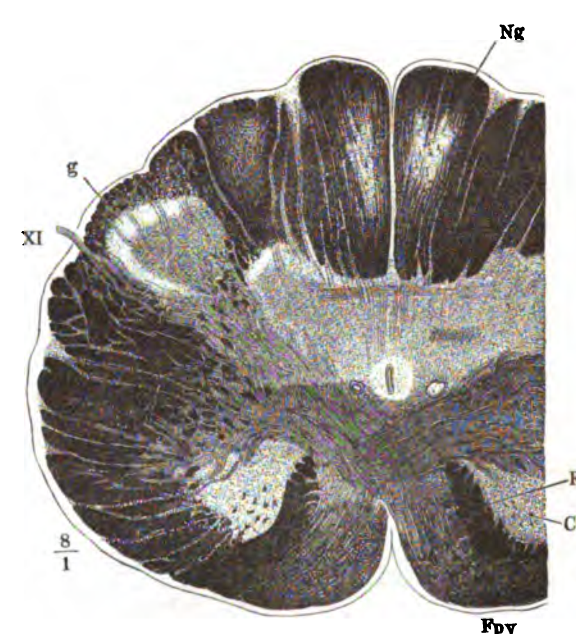


Fig. 97 (nach Henle).
Querschnitt des verlängerten Markes durch die Pyramidenkreuzung. *Fpy* Pyramidenstrang, *Cga* Vorderhorn, *Fa'* Vorderstrangrest, *Ng* Nucl. funic. gracilis, *g* Subst. gelatinosa, *XI* N. accessorius.

Wenige Millimeter höher oben ist die Pyramidenkreuzung vollendet. Es liegen jetzt Pyramidenvorderstrangfasern und Pyramidenseitenstrangfasern vereint als mächtiges Querschnittbündel vorn am Mark, das hier bereits den Namen Medulla oblongata trägt. In der folgenden Fig. 98 ist das deutlich sichtbar. Sie sehen an ihr auch, dass die Vorderstranggrundbündel (*Fa'*) nach hinten von den Pyramiden gerathen. Aussen vom abgetrennten Rest des Vorderhornes ist ein kleiner grauer Herd vom Schnitt getroffen worden. Er gehört der untersten Spitze der Olive an. Die Olive nimmt nach oben beträchtlich an Grösse zu und erfüllt einen grossen Theil des von den Seitensträngen eingenommenen Raumes. Diese letzteren sind, seit dem Auftreten der Processus reticulares etwa, wesentlich faserärmer geworden. Doch setzen sich eine Anzahl ihrer Züge noch weit über die Oliven hinauf in die Substantia reticularis fort. Durch Abgabe von Fasern an dort

eingesprengte kleine graue Herde werden sie immer spärlicher und schwerer zu verfolgen.

Das Umlagern der Fasern, das Eintreten der Pyramidenseitenstrangbahn in den Vorderstrang der anderen Seite ist an den beistehenden beiden Henle'schen Zeichnungen sehr gut zu sehen. Die abgetrennten Vorderhörner können nach oben hin noch etwas verfolgt werden, verlieren sich aber etwa in der Höhe der Brücke. Die Säule grauer Substanz, welche in der Oblongata in ihrer Verlängerung liegt, wird als Kern der Seitenstränge bezeichnet.

Die Pyramidenstränge werden Sie auf allen folgenden Schnitten vorn zwischen den Oliven liegen sehen (s. die Figuren der folg. Vorlesung).

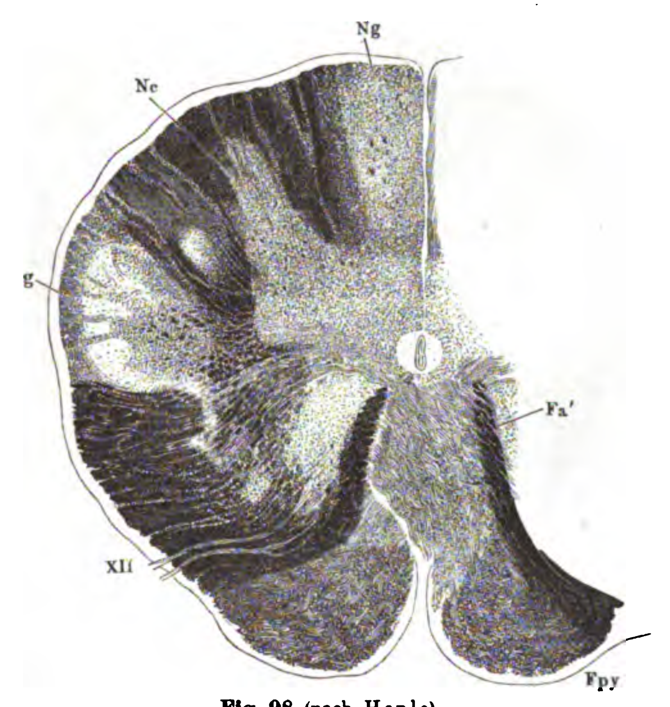


Fig. 98 (nach Henle).
Querschnitt des verlängerten Markes in der Gegend der Hypoglossuswurzeln. Die Pyramidenkreuzung fast vollendet. *Nc* Nucl. funiculi cuneati, *XII* Nervus hypoglossus. Alle anderen Bezeichnungen wie Fig. 97.

Schliesslich werden sie weiter oben von den Querfasern der Brücke überdeckt und zerspalten. Wie sie später wieder aus der Brücke auftauchen und durch den Hirnschenkel in die innere Kapsel ziehen, wurde in früheren Vorlesungen wiederholt gezeigt. Auch dass die secundäre Degeneration, welche nach Unterbrechung der Pyramiden im Gehirn von da abwärts steigt, in der Oblongata in den Hinterseitenstrang der gekreuzten Rückenmarkshälfte und in den gleichseitigen Vorderstrang gelangt, wurde bereits erwähnt.

Die Gelegenheit, den Verlauf des Pyramidenstranges zu verfolgen, wird sich Ihnen, meine Herren, nicht allzu selten bieten, wenn Sie bei der Autopsie von länger bestehenden cerebralen halbseitigen Lähmungen Querschnitte durch den Hirnschenkel, die Brücke, die Medulla oblongata und das Rückenmark machen. Die graue Pyramide auf der erkrankten Seite wird sich meist deutlich von der weiss gebliebenen der anderen Seite abheben; im Rückenmark wird sich im hinteren Theil des gekreuzten Seitenstranges eine graue verfärbte Stelle finden.

Auf der Strecke, wo die Pyramidenkreuzung stattfindet, treten auch in den Hintersträngen Veränderungen ein. Mitten in ihnen zeigen sich, zuerst im innern, dann auch im äusseren Hinterstrang Kerne grauer, Ganglienzellen führender Massen, die Kerne des zarten Stranges

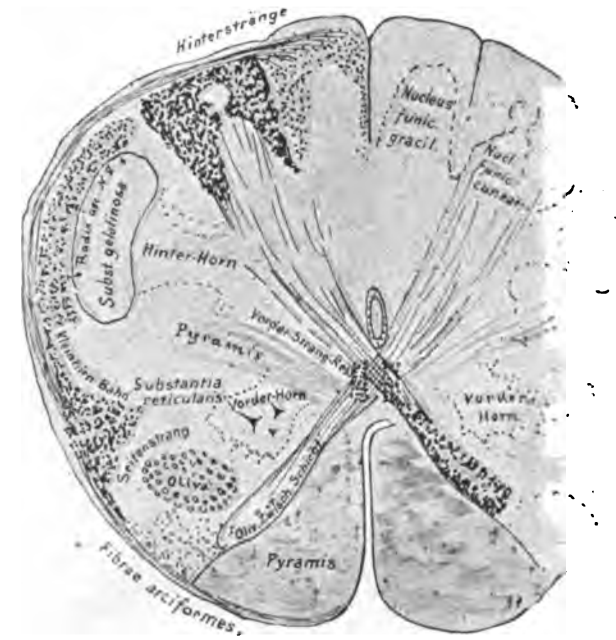


Fig. 99.

Schnitt durch den Anfangstheil der Oblongata einer menschlichen Frucht aus der 26. Schwangerschaftswoche. Man sieht die Züge aus den Burdach'schen Strängen zur Schleifenkreuzung und die später zu schildernden Fibrae arciformes externae posteriores aus den Goll'schen Strängen. Zu beachten die Lage der direkten Kleinhirnbahn.

und des Keilstranges. Diese Kerne verschmelzen mit der grauen Substanz, welche dadurch ihre Form sehr wesentlich ändert. (In Fig. 97 sind die erstgenannten Kerne schon zu sehen.) Gleichzeitig aber dringen in dieser Höhe auch massenhafte Fasern aus den Hintersträngen durch die graue Substanz nach vorn und kreuzen sich (über der Pyramidenkreuzung) mit denen der anderen Seite. Ihre Fasern gelangen später in die Schleife und deshalb hat man die obere Pyramidenkreuzung auch Schleifenkreuzung genannt. Durch den Wegzug dieser Fasern werden die Hinterstränge natürlich schmäler, die in sie eingelagerte graue Substanz rückt ganz nahe an die Peripherie des Rückenmarkes.

Es ist nicht so ganz leicht, sich am ausgebildeten Organ von der Existenz der Schleifenkreuzung mit absoluter Sicherheit zu überzeugen. Wohl aber bleibt kein Zweifel mehr, wenn man Schnitte durch die Medulla oblongata von Früchten aus dem 7. Schwangerschaftsmonate macht. Dort stören die sich kreuzenden markhaltigen Fasern der Pyramiden noch nicht die Klarheit des Bildes, dort treten die allein Markscheide führenden Hinterstrangfasern deutlicher hervor. Zunächst sieht man wesentlich nur Fasern aus den Burdach'schen Strängen austreten, im 9. Monat aber kann man etwas höher oben auch die Kreuzung der Fasern aus den Kernen der Goll'schen Stränge erkennen.

Wollen Sie den vorstehend abgebildeten Schnitt zur Orientirung mit Fig. 97 und 98 vergleichen. Hinter dem Centralkanal liegt die sehr breit gewordene graue Substanz. In dem zarten Strang ist sein Kern aufgetreten, im Keilstrang ebenso, beide sind in Continuität mit der grauen Substanz. Nach aussen von ihnen liegt, von einer dünnen Schicht markhaltiger Fasern umgeben (Radix ascendens N. trigemini) die Substantia gelatinosa des Hinterhorns. Der Raum nach vorn von ihr, welcher auf Fig. 98 von den dunklen Pyramidenfasern eingenommen ist, ist hell, weil jene noch ohne Mark sind. Markhaltig sind die Vorderseitenstrangreste und die Kleinhirnbahn an der Peripherie des Seitenstranges.

Nun sehen Sie aus den Hintersträngen sich Fasern entwickeln, welche im Bogen (Fibrae arcuatae internae) durch die graue Substanz ziehen, sich vor dem Centralkanal kreuzen und sich als dicke dunkle Schicht zwischen die Pyramide und das Vorderhorn, resp. die nach vorn und aussen von diesem aufgetretene graue Masse, die Olive (Oliva inferior) legen. Dabei gerathen, wie das an der Figur etwas schematisirt eingezeichnet ist, die Vorderstrangreste nach hinten. Je höher man in der Oblongata aufwärts steigt, um so mehr verarmen die Hinterstränge an Fasern. Allmälig gelangen alle durch Fibrae arcuatae in die Schleifenkreuzung und so auf die entgegengesetzte Seite, nahe der Mittellinie, wo sie eine eigene starke Faserschicht, die Olivenzwischenschicht, oder wie wir sie von jetzt an nennen wollen, die Schleifenschicht bilden. Denn die Fasern dieser Schicht steigen unter mannigfachen Verflechtungen unter einander zur Schleife des Mittelhirns empor. Man hat vielfach behauptet, die Hinterstrangfasern gingen nicht diesen Weg, ihre Mehrzahl trete vielmehr in die Oliven und von da durch den unteren Kleinhirnarm in das Cerebellum. Meine Untersuchungen haben mich aber gelehrt, dass alle, oder doch fast alle so verlaufen, wie ich es Ihnen angab. In dem Entwicklungsstadium, von dem ich eben sprach, sind die Oliven und ihre ganze Umgebung noch ohne jede markhaltige Faser. Deswegen kann man sich leicht überzeugen, dass die Hinterstrangfasern mit ihnen gar nichts zu thun

haben, sie nur durchschneiden. Der in Fig. 100 abgebildete Querschnitt durch eine höhere Ebene der gleichen Oblongata wie Fig. 99 zeigt das deutlich. Sie sehen, dass die Fasern durch die in dieser Höhe als gefaltetes Markblatt ausgebildete Olive hindurch in die Kreuzung der Mittellinie (Raphe-Fortsetzung der Schleifenkreuzung) treten.



Fig. 100.

Schnitt durch die Oblongata einer Frucht aus der 26. Schwangerschaftswoche. Die markhaltigen Fasern durch Hämatoxylin gefärbt. Die linke Olivenzwischenschicht und die Radix ascendens N. trigemini sind nicht eingezeichnet. Im Corpus restiforme ist nur der Rückenmarkstheil markhaltig. Fibrae arciformes = Fibr. arc. ext. ant. Die Fibr. arc. ext. post. oben links aussen zwischen Corpus restiforme und Hinterstrang.

So hätten wir jetzt zwei wichtige Kreuzungen kennen gelernt: die Pyramidenkreuzung und die Schleifenkreuzung. In der ersteren werden motorische Fasern verlagert, in der zweiten sind es Bahnen, die wahrscheinlich der Sensibilität dienen. Jedenfalls aber enthält die letztere nicht alle sensiblen Fasern.

Die Erscheinungen, welche an Menschen beobachtet wurden, deren Rückenmark auf einer Seite durchtrennt war, sprechen durchaus dafür, dass

in verschiedenen Höhen des Markes Kreuzungen der Gefühlsbahnen stattfinden. Die anatomischen Untersuchungen haben für die betreffenden Symptome noch keine erklärende Basis geliefert, ja die Bilder, welche die secundäre Degeneration nach Durchschneidung der hinteren Wurzeln zeigt, stehen mit der klinisch nothwendigen Annahme zahlreicher Kreuzungen im Rückenmark im Widerspruch.

Durch die beiden Kreuzungen ändert sich das Querschnittsbild ganz wesentlich. Dazu kommt noch, dass die graue Substanz, wie ich gleich

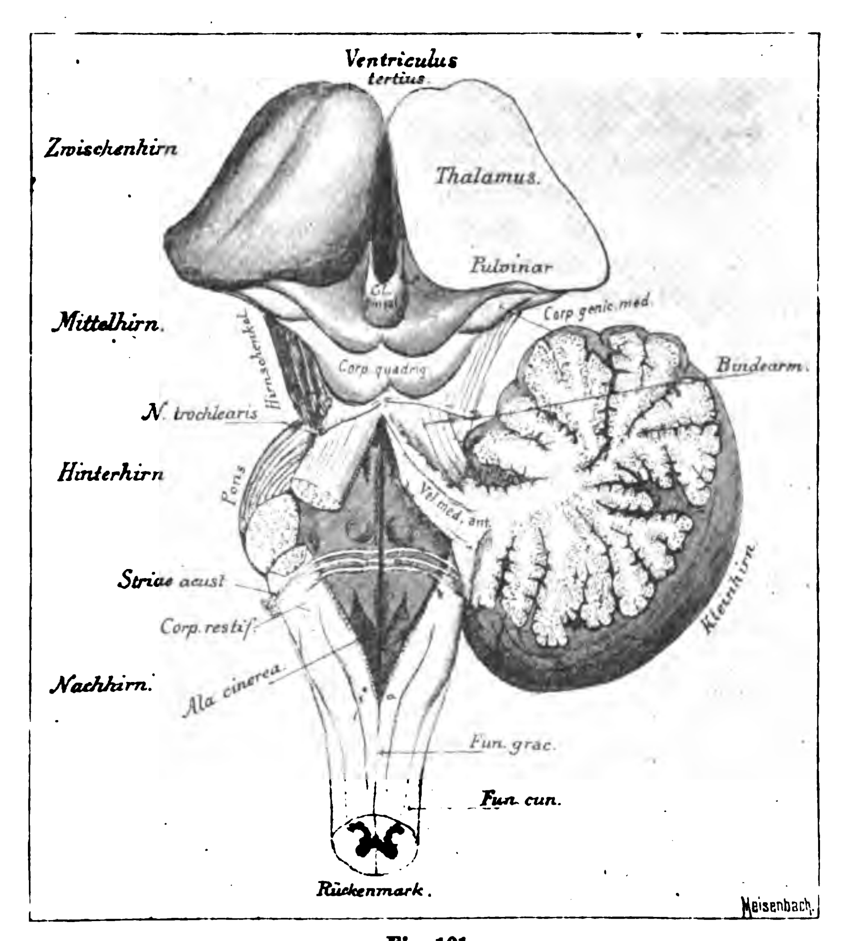


Fig. 101.
Das Hinter- und Nachhirn durch Wegnahme ihres Daches eröffnet. Velum med. ant. und Cerebellum noch sichtbar. Velum med. post. längs der gestrichelten Linie *a b* abgetrennt.

eingehender zeigen will, auch ihre Gestalt ändert, dass neue graue Massen in der Oblongata auftreten; drei von ihnen, die beiden Hinterstrangkerne und die Olive haben wir ja bereits jederseits kennen gelernt. Vor allem aber ändert sich auch die äussere Form sehr. Da allmälig die Hinterstrangfasern nach vorn abbiegen, wird die graue

Substanz ihrer Kerne schliesslich ganz blos gelegt, sie liegt fast frei an der Dorsalfläche des Markes. Nun weichen aber die Hinterstränge in den Höhen der Oblongata auch etwas auseinander. So kommt die centrale graue Substanz frei an die Hinterfläche des Rückenmarkes. Nur ein dünnes Blatt grauer Substanz trennt den Centralkanal noch von der freien Oberfläche. Dieser hat sich bei dem Auseinanderweichen der Hinterstränge sehr verbreitert und heisst von nun an Ventriculus quartus. Das dünne ihn bedeckende Blättchen, sein Dach, heisst Velum medullare posticum. Es geht weiter vorn in das Kleinhirn über. An dem Längsschnitt Figur 44 sehen Sie die Zusammensetzung des Hinter-Nachhirndaches aus Velum medullare posticum, Cerebellum und Velum medullare anticum. Dicht am Beginne des Ventriculus quartus ist im Velum medullare posticum ein Loch, das von aussen her in den vierten Ventrikel führt. Es ist das bereits erwähnte Foramen Magendii, durch das die Flüssigkeit in den Ventrikeln mit derjenigen communicirt, welche aussen zwischen Pia und Mark, in den Spalträumen der Arachnoidea das ganze Centralnervensystem umspült. Der in Fig. 100 abgebildete Schnitt geht gerade durch dies Loch. Deshalb erscheint an ihm der Ventrikel ohne Dach.

Auf der vorstehenden Figur ist dies ganze Dach weggenommen, so dass man von oben frei in den Ventriculus quartus blicken kann. Sein Boden wird hinten von den auseinanderweichenden Hintersträngen, vorn von den Bindearmen, welche nach den Vierhügeln zu convergiren, begrenzt. So erhält er die eigenthümliche Gestalt, welche ihm den Namen Rautengrube eingetragen hat.

Die in Fig. 101 abgebildete Ansicht der Oblongata von hinten lässt erkennen, dass nach oben die Hinterstränge verschwinden, dass an ihrer Stelle der untere Kleinhirnarm, das Corpus restiforme (s. u.) auftritt. Die Anschwellung im oberen Theil der inneren Hinterstränge heisst Clava; sie wird durch die Einlagerung des Nucleus funiculi gracilis bewirkt.

Eine Vorderansicht der Medulla oblongata (Fig. 102) zeigt zunächst die dicken aus dem Rückenmarke auftauchenden Stränge der Pyramiden. Nach aussen von ihnen befinden sich, in die Verlängerung der Seitenstränge eingebettet, die Oliven, als zwei ziemlich mächtige Anschwellungen. Nicht weit über ihnen legen sich die mächtigen Fasern des Pons quer vor die Pyramiden. In der Verlängerung des Vorderwurzelaustrittes nach oben tritt zwischen Olive und Pyramide der Nervus hypoglossus (*XII*) aus dem verlängerten Mark. Der Nervus accessorius Willisii (*XI*) entspringt vom Halsmark bis hoch hinauf zur Oblongata seitlich, nach aussen von den Oliven mit zahlreichen Fädchen. Ueber ihm gehen, in der Verlängerungslinie seines Austritts, der Nervus vagus (*X*) und der Glossopharyngeus (*IX*) ab. Dicht unter den Brückenfasern entspringen seitlich der Nervus acusticus (*VIII*) und der Nervus facialis (*VII*). Der 6. Hirnnerv, der Abducens, liegt

nach innen vom Ursprungsort der beiden letztgenannten Nerven. Aus der Tiefe der Brückenfasern taucht der Trigeminus (*V*) hervor. Ueber den Ursprung des Nervus trochlearis (*IV*) und des Nervus oculomotorius (*III*) wurde früher bereits berichtet. Der erstere kommt hinter den Vierhügeln aus dem Velum medullare posticum, der zweite ventral aus den Hirnschenkeln heraus.

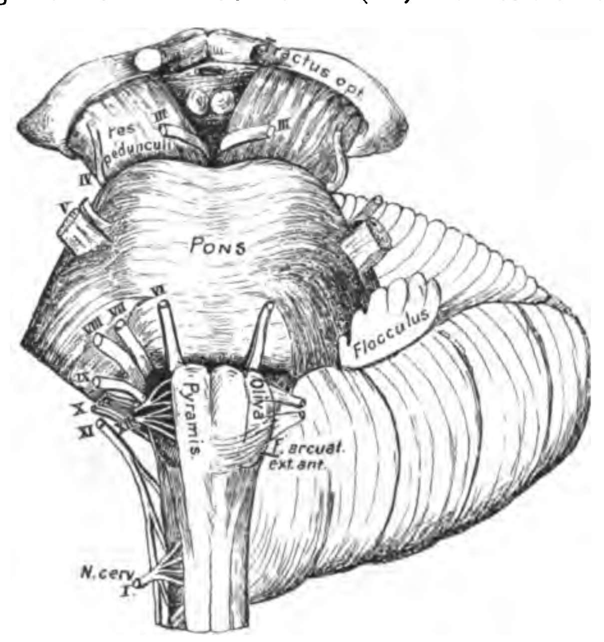


Fig. 102.
Medulla oblongata, Pons, Cerebellum und Hirnschenkel von vorn; zur Demonstration des Ursprunges der Hirnnerven.

Wir haben vorhin die Betrachtung des Oblongataschnittes da abgebrochen, wo der Centralkanal sich zur Rautengrube erweitert. Schon vorher sind in seiner Umgebung die ersten Kerne der Hirnnerven aufgetreten. Aus Zellen des Seitenhornes kommen die Accessoriusfasern und aus einer ventral von ihnen gelegenen Stelle, die etwa dem Ansatz des früheren Vorderhornes entspricht, entwickeln sich die Hypoglossuszüge.

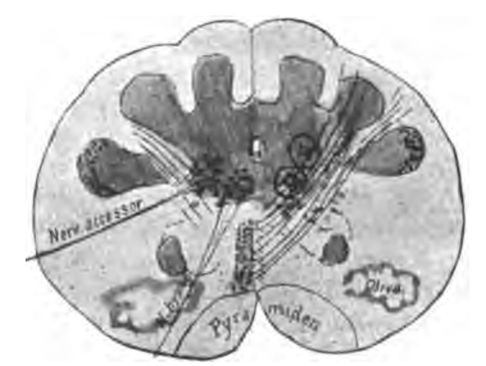


Fig. 103.
Schnitt durch die Oblongata in der Höhe der hintersten Hypoglossuswurzeln. Schema.

In beistehender Figur ist das schematisch angedeutet. Wenn Sie sich nun an der Hand dieser Zeichnung vorstellen, wie der Centralkanal durch Auseinanderweichen der Hinterstränge sich verbreitert, zum Ventriculus quartus wird, so begreifen sie leicht, dass von nun an alle Nervenkerne am Boden dieses Ventrikels, in der Rautengrube liegen müssen. Der folgende Schnitt Fig. 104 lässt das denn auch deutlich erkennen. Nach aussen von den Kernen liegen die sehr faserarm gewordenen Hinterstränge mit ihren Kernen. Das Hinterhorn,

kenntlich an der Substantia gelatinosa seines Kopfes, ist ganz abgetrennt, aber auch das Seitenhorn, aus dem die Fasern des motorischen Accessorius kamen, verliert kurz über der abgebildeten Schnitthöhe den Zusammenhang mit dem compacten Theil der grauen Substanz. Es erhält sich als eine ganglienzellenreiche Säule ventral von derselben bis hoch hinauf in die Brücke und giebt, wenn der Accessorius ganz ausgetreten ist, Fasern zum Vagus und Glossopharyngeus ab, die erst rückwärts steigen und dann zu dem betreffenden Nervenstamme abbiegen (motorischer Vagus etc. Kern). Höher oben werden wir ihm wieder als Facialiskern begegnen. Sie können sich also merken, dass ausser dem Hypoglossus

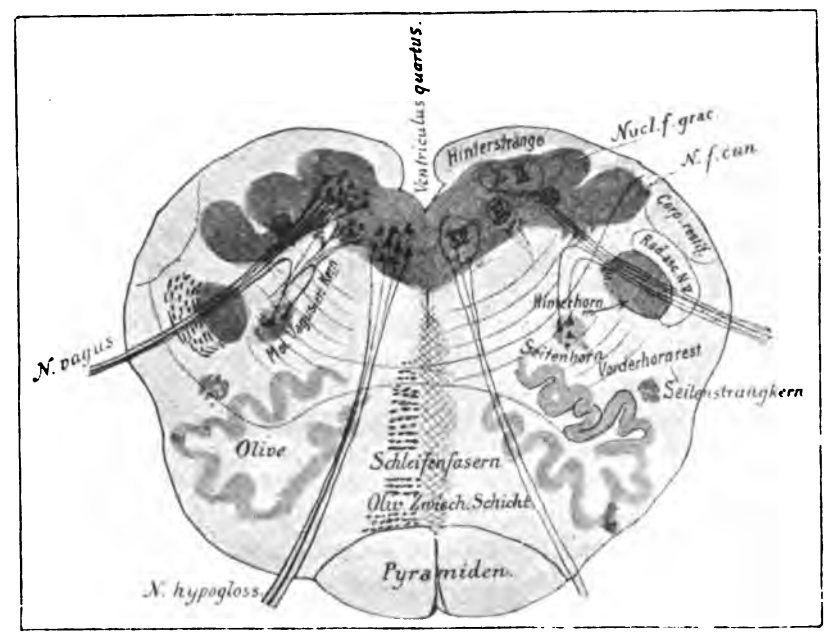


Fig. 104.
Schnitt durch die Oblongata in der Höhe des Vagusaustrittes (schematisirt).

und den Augenmuskelnerven alle motorischen Fasern der Hirnnerven aus der Verlängerung des Seitenhorns des Rückenmarkes entspringen.

Wollen Sie noch auf Fig. 103 und Fig. 104 bemerken, wohin der Rest des Vorderhornes gerathen ist und wie sehr die Oliven an Umfang zugenommen haben. Wenn das Seitenhorn abgetrennt ist, tritt dort, wo früher das Hinterhorn inserirte, also in einer Gegend, in der im Rückenmark Kerne sensibler Nerven lagen, ein neuer grosser Nervenkern auf, mit spindelförmigen Zellen, welche denen des Hinterhorns ganz ähnlich sind, der gemeinschaftliche sensible Kern des Vagus, Glossopharyngeus (und des Accessorius?). So kennen Sie also von diesen gemischten Nerven ganz wie von Rückenmarksnerven eine

vordere motorische und eine hintere sensible Wurzel. Der rein motorische Hypoglossus entspringt nach innen von dem sensiblen Kern der gemischten Nerven, wie Sie an den Schnitten sahen. In der Rautengrube sieht man den Vagus etc. Kern als Ala cinerea (Fig. 101) am Boden nahe der Mittellinie durchschimmern.

Wenn wir nun weiter unsere Querschnitte anlegen und untersuchen wollten, würden wir nach aussen vom Vaguskern dem unteren Ende des Acusticuskernes begegnen. Wir gerathen jetzt allmälig der Gegend nahe, wo sich ventral über die Pyramiden die ersten Fasern der Brücke legen. Doch blieb noch so manches Wichtige aus tieferen Schnittebenen unerwähnt und wir wollen nicht weiter hinauf zur Betrachtung der Haube der Brücke schreiten, ehe dieser unerledigten Punkte gedacht ist.

Gewiss haben Sie sich schon gefragt, was aus dem grossen Gebiet hinter den Oliven, vor den Hinterhörnern, wird, dem Gebiet, aus dem die Seitenstränge verschwunden sind; demselben, in dem wir nur erst die abgetrennten Vorder- und Seitenhörner kennen gelernt haben. Dies Gebiet, welches man als motorisches Feld der Haube bezeichnet, wird von mehreren wichtigen Faserarten eingenommen. Zunächst von den relativ spärlichen Fasern aus den Seitensträngen, die vorhin erwähnt wurden. Dann befinden sich dort Faserzüge, welche aus einem die Olive umgebenden Vliess und aus der Olive selbst stammend dorsal von dieser hirnwärts ziehen. Ein guter Theil des früheren Seitenstrangareals aber ist eingenommen von den Fasern der Substantia reticularis. Sie sind nur auf Längsschnitten zu trennen von den eben genannten beiden Faserarten. Die Substantia reticularis besteht zumeist aus Längsfasern, welche vom Grosshirn (und dem Thalamus?) herabsteigen und in der Oblongata in quere Richtung umbiegend zu den Nervenkernen der gleichen und der gekreuzten Seite gelangen. Dabei passiren viele von ihnen natürlich die Mittellinie (Raphe). Zahlreiche kleine Ganglienzellen liegen ihnen an und ihre Ausläufer begleiten die Fasern. Wir wissen noch lange nicht Bescheid über Herkunft und Verbleib aller Fasern der Substantia reticularis. Es sollen sich auch Schleifenfasern in sie verlieren. Den Verlauf ihres Hirnnervenantheils können Sie sich etwa entsprechend dem vorstehenden Schema vorstellen.

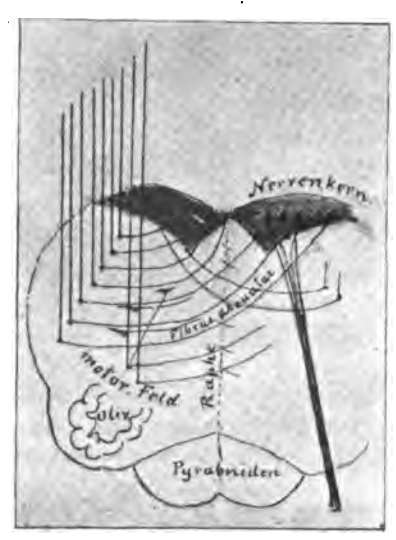


Fig. 105.
Schema eines Theiles der Substantia reticularis.

Querschnitte der Substantia reticularis weisen wesentlich Nervendurchschnitte und Bogenfasern auf. Diese Art Bogenfasern wird ebenfalls als Fibrae arcuatae internae bezeichnet, ganz wie die im Bogen verlaufenden Züge aus den Kernen der Hinterstränge, welche wir früher kennen lernten.

Oben schon wurden die Fibrae arcuatae externae einmal genannt. Unter diesem Namen gehen eine ganze Anzahl verschiedenartiger Faserzüge aussen um die Oblongata herum. Alle treten in den unteren Kleinhirnarm oder das Corpus restiforme.

Das Corpus restiforme entsteht nach aussen von dem oberen Ende der Hinterstränge zunächst dadurch, dass die Kleinhirnseitenstrangbahn

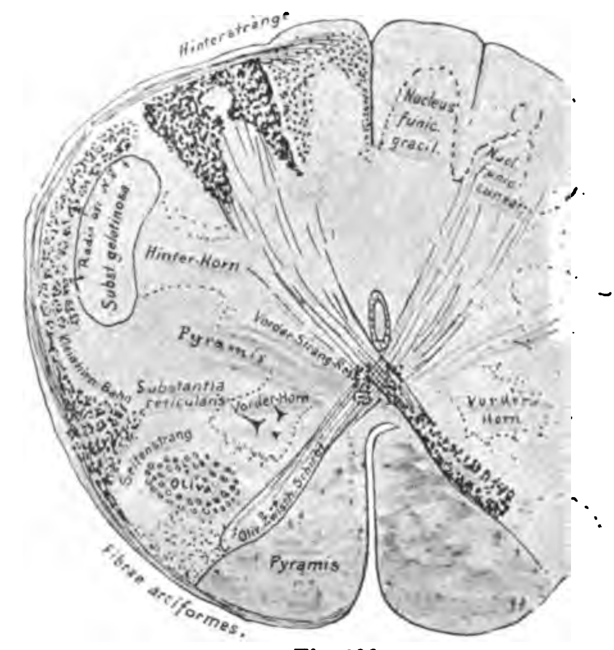


Fig. 106.
Schnitt durch die Oblongata einer Frucht aus der 26. Woche.

dort etwas nach hinten und dann hinauf zum Kleinhirn zieht. Zu ihr nun treten als Verstärkung Fasern aus den Hintersträngen (nur den zarten Strängen?), welche, wie Sie an Fig. 106 und auch an Fig. 100 (links oben) sehen, ihr um die hintere äussere Peripherie der Oblongata herum zuwachsen, Fibrae arciformes externae posteriores. Auch von vorn her gelangen Fasern dorthin. Diese, die F. arc. ext. anteriores, stammen wahrscheinlich aus der Schleifenschicht zwischen den Oliven also aus den gekreuzten Hintersträngen, treten nahe der Mittellinie vorn an die Oberfläche und schlagen sich um die Pyramiden herum nach hinten aussen zum Corpus restiforme. Die letzteren Fasern

hat man auch als Fibrae arciformes der Pyramiden bezeichnet (Fig. 102 von vorn). In sie ist ein kleiner Kern, der Nucleus arciformis (Fig. 107) eingelagert. So wachsen dem Corpus restiforme aus dem Rückenmarke zu 1. die Kleinhirnseitenstrangbahn, 2. Fasern der gleichseitigen Hinterstränge, 3. Fasern wahrscheinlich aus den gekreuzten Hintersträngen [1]).

In dem Fig. 100 abgebildeten Entwicklungsstadium sind nur die Rückenmarksfasern markhaltig. Sie können sich daher an diesem Schnitt gut über Lage und Ausdehnung dieses Theiles des unteren Kleinhirnarmes orientiren. Die verschiedenen Arten der Fibrae arcuatae s. auch Fig. 107.

Im Corpus restiforme ist aber ausser den Rückenmarksfasern noch ein zweites viel mächtigeres System enthalten, das, weil es sich viel später als das erste mit Markscheiden umkleidet, von diesem getrennt werden muss. Es sind Fasern zur Olive der gekreuzten Seite. Da sie aus dem Kleinhirn kommen, und nicht mit Sicherheit unterhalb der Oliven nach dem Rückenmark hin verfolgt werden können, wollen wir sie einstweilen Kleinhirn-Olivenfasern des Corpus restiforme nennen. Erst an der Stelle, wo die Oliven auftreten, wird der untere Kleinhirnschenkel zu einem mächtigeren Gebilde, als er sich in Fig. 100 darstellte, wo er nur aus Rückenmarksfasern bestand.

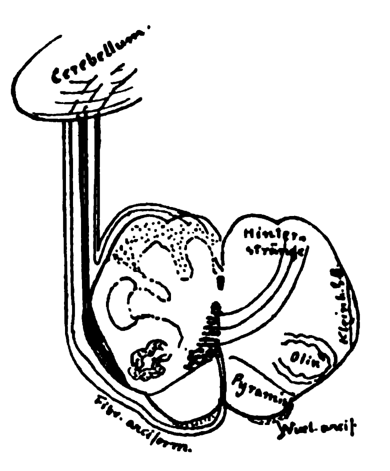


Fig. 107.
Ursprung des Rückenmarkstheils des Corpus restiforme. Die Fasern enden zumeist oder alle im Wurme.

Die Olive, ein Markblatt, dessen gefältelte Querschnitte Sie bereits auf den meisten Abbildungen gesehen haben, die ich Ihnen heute vorlegte, besteht aus Gliamasse, in welche zahlreiche kleine Ganglienzellen eingelagert sind. In welche Beziehung diese Zellen zu den Nervenfasern treten, welche in die Olive gelangen, ist noch unbekannt.

Aus dem Corpus restiforme treten mächtige Fasermassen, welche von aussen, von vorn und von hinten die Olive umgeben, durch ihr Markblatt hindurchdringen und sich im Innern zu einem kräftigen Bündel von Nervenfasern sammeln, das dann aus dem „Hilus" der Olive heraustritt, die Raphe überschreitet und bis in die andere Olive verfolgt werden kann. Wenn eine Kleinhirnhälfte verloren geht, atrophirt die gekreuzte Olive zuweilen. Dorsal von der Olive ziehen im Bereiche der Substantia reticularis eine Anzahl Faserbündel, die mit

1) Die sub 3 genannten Fasern bekommen Monate vor den Pyramiden und den Oliven, wahrscheinlich gleichzeitig mit den Hintersträngen ihr Mark.

Fasern aus dem das Ganglion umgebenden Geflecht im Zusammenhang stehen, in der Haube aufwärts.

Die Kleinhirn-Olivenbahn des Corpus restiforme kommt wesentlich von der Aussenseite des Vliesses. Dies ist wiederum durch den Nucleus dentatus Cerebelli, den es umgiebt, hindurch mit dem Bindearm in Zusammenhang. So können wir uns vorstellen, dass die Olive, das gekreuzte Corpus restiforme, das Vliess, der Bindearm und der rothe

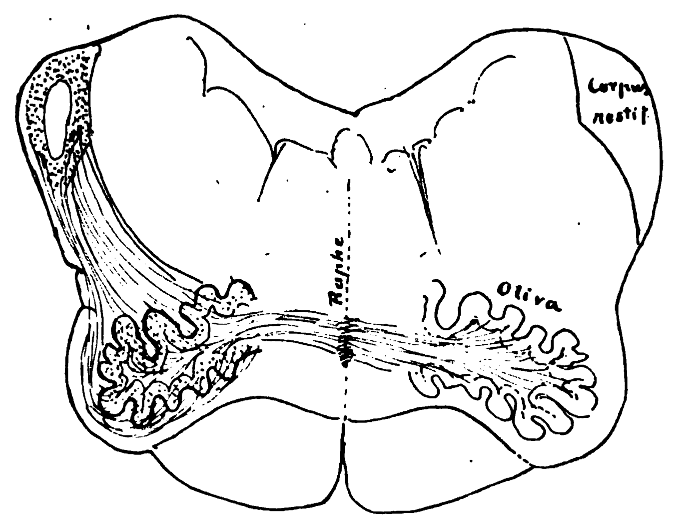


Fig. 108.
Der Kleinhirn-Olivenantheil des Corpus restiforme. Die Fasern enden zumeist im Vliess des Corpus dentatum. Das weiss gelassene Feld im linken Corpus restiforme giebt die Lage des Rückenmarksantheils an.

Haubenkern wieder der gekreuzten Seite ein Fasersystem bilden. Manches, namentlich Experimente an Thieren, spricht dafür, dass diese Bahn für die Erhaltung des Körpergleichgewichtes von grosser Wichtigkeit ist.

Viele Untersucher glauben der gewichtigen Ansicht Meynert's folgend, dass die Kleinhirnolivenbahn die Fortsetzung der Hinterstrangfasern sei, welche sich in die Olive einsenkten und dann dieselbe verliessen, um als Corpus restiforme zum Cerebellum zu ziehen. Wir haben aber früher gesehen, dass die Hinterstränge zwar durch die Fibrae arcuatae in die Olivengegend gelangen, ja die Olive vielfach durchschneiden, dass sie aber mit den eigentlichen Olivenfasern nichts zu thun haben, sondern in der Schleifenschicht enden.

In der Höhe der Oblongata, wo der Vaguskern liegt, sind die meisten Rückenmarksfasern in das Corpus restiforme getreten. Ebenso enthält dasselbe dort schon einen beträchtlichen Theil der Olivenbahn. Als dickes Bündel liegt es nach aussen von den letzten Resten der Hinterstränge.

Zehnte Vorlesung.

Die Medulla oblongata und die Haube der Brücke.

M. H.! Die letzte Vorlesung hat Sie so viele neue und zum Theil nicht ganz einfache Facta kennen gelehrt, dass es wohl nicht überflüssig ist, wenn ich die heutige mit einer Recapitulation des Gesagten eröffne, wenn ich Ihnen an der Hand eines Horizontalschnittes durch die Oblongata einer Frucht aus dem 9. Schwangerschaftsmonate die einzelnen Kerne und Bahnen nochmals vorführe.

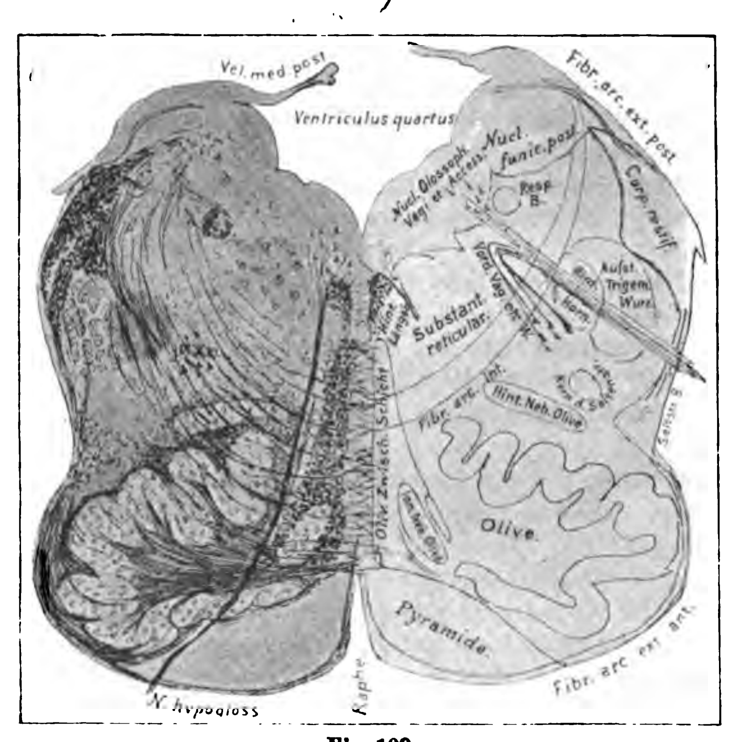


Fig. 109.

Schnitt durch die Medulla oblongata einer Frucht aus dem neunten Schwangerschaftsmonate. Alle wesentlichen Fasersysteme, mit Ausnahme der Oliven-Kleinhirnbahn, bei der die Markscheidenbildung eben im Gange ist, sind markhaltig.

Vorn liegen die Pyramiden (noch marklos). Das lange dreieckige Feld querdurchschnittener Nervenfasern dicht hinter ihnen ist die Olivenzwischenschicht, die gekreuzte Fortsetzung der Hinterstränge. Die Kerne dieser beiden Stränge liegen, nur noch von wenig Nervenfasern überzogen, hinten aussen. Zahlreiche Fibrae arcuatae internae entspringen dort und dringen die Substantia reticularis oder das motorische Feld der Haube, wie die Region zwischen Hinterhorn und Olivenzwischenschicht heisst, durchsetzend in die Raphe und von

da auf die andere Seite. In der Raphe müssen sie sich natürlich mit den analogen von der anderen Seite kommenden Fasern kreuzen. Hinter der Olivenzwischenschicht liegt, was von den Vorderstranggrundbündeln in dieser Höhe noch vorhanden ist. Die hintersten Fasern dieses Feldes, welche dicht an die graue Substanz der Hypoglossuskerne grenzen, führen wesentlich Fasern aus der Substantia reticularis zu den Nervenkernen, aber auch solche, welche aus dem Mittelhirn hierher herabtreten und sich in den Kernen verlieren. Die letzteren verlaufen in dem Ihnen von der sechsten Vorlesung her wohlbekannten hinteren Längsbündel.

Die gefältelten Blätter der Oliven beiderseits nach aussen von den Pyramiden werden noch nicht von deutlich markhaltigen Fasern durchzogen. Die dort abgebildeten sind nach einem Schnitte vom Organ des Erwachsenen der Vollständigkeit halber eingezeichnet. Nach innen sowohl als nach hinten von der Olive liegen die innere und die hintere Nebenolive, Kerne die ganz gebaut sind wie die Oliven und wie diese von den Fibrae arcuatae durchbrochen werden. Durch die erstere, die innere, treten namentlich die Fasern aus der einen zur anderen Olive, die obere wird wesentlich von den Hinterstrangfasern durchschnitten, wie das links in der Zeichnung angedeutet ist. Die innere Nebenolive heisst auch Nucleus pyramidalis.

Die hintere Peripherie des Schnittes wird eingenommen von den Nervenkernen. Zu innerst liegt der Kern des Nervus hypoglossus, dessen Fasern die Olivengegend durchbrechend nach aussen dringen (vgl. Fig. 103). Aus der Raphe dringen zahlreiche Fasern der Substantia reticularis (und des hinteren Längsbündels?) in ihn ein. Nach aussen folgt dann der gemeinschaftliche sensorische Kern des Accessorius, Vagus und Glossopharyngeus. Gewöhnlich entspringen in dieser Schnitthöhe gar keine Accessoriusfasern mehr. Die Mehrzahl derselben ging schon früher von dem eigentlichen in der Verlängerung des Seitenhorns gelegenen Accessoriuskerne ab. Ein Rest dieses letzteren Kernes liegt als vorderer oder motorischer Vagus- und Glossopharyngeuskern dicht vor dem Hinterhorn. Die motorischen ihm entspringenden Fasern machen vor ihrem Austritt ein Knie, um sich zur Wurzel aus dem sensorischen Kern zu gesellen (rechts in Fig. 109).

Das dünne Bündel querdurchschnittener Nervenfasern, welches nach aussen von dem vorhin genannten sensorischen Kerne liegt, kann weit herab, bis in das obere Halsmark verfolgt werden. Dort verliert es sich zwischen den Fasern der Seitenstränge. Nach oben reicht es nicht über den Kern, dem es anliegt, hinaus. Man vermuthet, dass es einen Wurzelzuwachs aus dem Rückenmarke, eine aufsteigende Wurzel der drei gemischten Nerven darstelle. Wahrscheinlich ist es aber dem hinteren Längsbündel analog, verbindet es den höher liegenden Vaguskern mit den tiefer liegenden Kernen der Respirationsnerven, besonders mit dem

Kern des Phrenicus. Dass man durch centrale Vagusreizung Phrenicuskrampf erzeugen kann, ist nachgewiesen. Das Bündel hat den Namen Respirationsbündel erhalten.

Nach aussen vom gemeinschaftlichen Kerne der drei Nerven liegen, nur noch von wenigen Nervenfasern bedeckt, die Kerne der Hinterstränge, nach vorn von ihnen finden Sie die Substantia gelatinosa vom Kopfe des Rückenmark-Hinterhorns. Sie ist aussen umschlossen von einem dicken, vielfach zerklüfteten Bündel markhaltiger Nervenfasern, das sie schon vom obersten Halsmarke an begleitet, nach oben aber etwas stärker wird. Dies Bündel kann bis hoch hinauf in die Brücke verfolgt werden. Dort gesellt es sich zu den austretenden Fasern des Trigeminus, geht vielleicht auch mit dessen Kernen Verbindungen ein. Diese Radix ascendens Trigemini wurde bereits früher erwähnt (Fig. 99).

Die Seitenstränge ragen nur noch mit wenigen Fasern bis in die abgebildete Schnitthöhe herauf. Die Kleinhirnseitenstrangbahn wendet ihre Fasern ebendort nach hinten zum Corpus restiforme. Dies liegt, da ihm erst weiter oben die Olivenfasern zuwachsen, noch als relativ schmaler Streif, der nur den Rückenmarksantheil enthält, ganz an der Peripherie.

Der Kern der drei Nerven Vagus, Glossopharyngeus und Accessorius ragt ziemlich hoch in die Medulla oblongata hinauf. Kurz vor

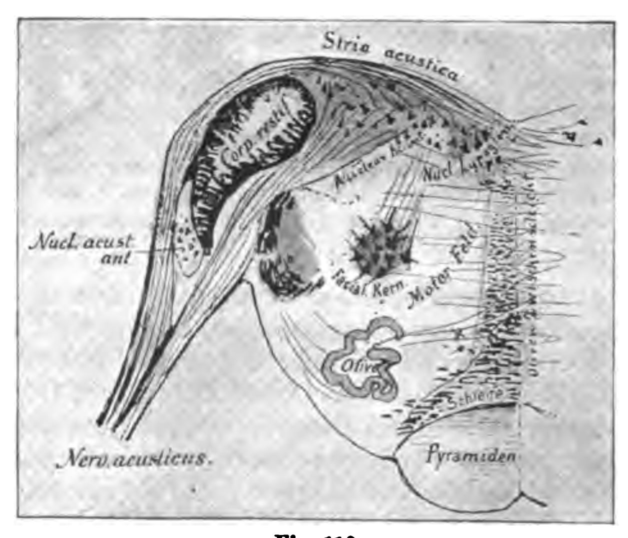


Fig. 110.
Schnitt in der Höhe des Acusticusaustrittes. Schema.

der Brücke aber tritt, zunächst aussen von ihm, der sog. innere Kern des Nervus acusticus auf. Er besteht aus zweierlei Ganglienzellen, aus kleineren, die mehr medial und ventral liegen und den Ursprungszellen der anderen sensiblen Nerven nicht unähnlich sind, und aus

grösseren, multipolaren, welche die Gegend nahe am Corpus restiforme einnehmen. Dieser innere Kern sendet zunächst Fasern aussen um das Corpus restiforme herum zum Nervenstamm (s. Fig. 110); ihrer sind nicht viele und einige scheinen in das Corpus restiforme selbst einzudringen oder es von hinten aussen, nach innen vorn zu durchbrechen, um zu dem Haupttheil der Acusticuswurzel zu gelangen. Die das Corpus restiforme umfassenden Fasern liegen frei am Boden der Rautengrube und werden als Striae acusticae (s. auch Fig. 101) bezeichnet. Einzelne Striae entspringen aus dem Acusticuskern der anderen Seite (?). Die Mehrzahl der Acusticusfasern aber zieht zunächst im Kerne selbst eine Strecke weit horizontal vorwärts und biegt dann erst nach aussen ab, um zwischen Corpus restiforme und aufsteigender Trigeminuswurzel hindurch zur Oberfläche der Oblongata zu gelangen. Dort vereinigen sie sich mit den Striae acusticae zur vorderen Wurzel des Nervus acusticus. Weiter nach vorn wird der innere Acusticuskern etwas breiter, der Vagus etc. Kern immer schmaler. Aus seinem letzten zugespitzten Theile entspringen nur noch Glossopharyngeus-Fasern. Schliesslich nimmt der Acusticuskern einen grossen Theil des Bodens der Rautengrube ein. In ihn treten Fasern aus der Substantia reticularis, welche die Raphe passirt haben, ein. Er erhält ausserdem einen Zuwachs aus dem Oberwurm des Kleinhirns, einen Faserzug, welcher an der Innenseite des Corpus restiforme verläuft und wahrscheinlich aus der gekreuzten Flocke entspringt.

Die Verbindung des Acusticus mit dem Kleinhirn enthält wahrscheinlich die Fasern zum Labyrinth. Man hat nach Läsion des obersten Endes des Corpus restiforme, in welchem diese Fasern liegen, dieselben Gleichgewichtsstörungen auftreten sehen, welche nach Durchschneidung der Labyrinthbogen auftreten. Demnach verliefen im Acusticus 1. Gehörfasern, und 2. Fasern, deren intactes Functioniren für das Gleichgewicht des Körpers und seiner Bewegungen von Wichtigkeit ist.

Die hintere Wurzel des Nervus acusticus entstammt zum Theil einem kleinen nicht in der Oblongata selbst, sondern nach aussen von ihr, zwischen Cerebellum und Hörnerv liegenden kleinen, etwa linsenförmigen Ganglion, zum Theil auch Ansammlungen von Ganglienzellen im Nervenstamme selbst. Den Complex und die zersprengten Zellen zusammen kann man als vorderen Acusticuskern bezeichnen. Die Zellen des Nucleus anterior sind ziemlich gross, nur mit wenigen zarten Fortsätzen versehen und zumeist von je einer Bindegewebshülle umgeben, in der ein feiner Plexus markhaltiger Nervenfasern verläuft. Von oben her treten Fasern der Striae acusticae in den Kern ein, während die Mehrzahl dieser Fasern nur an ihm vorbeistreicht. Schwieriger ist festzustellen, wohin die zahlreichen Fasern gerathen, welche aus ihm entspringen. Zunächst scheint es, als gingen alle in den Acusticusstamm. Bei Untersuchungen an Embryonen wird es aber klar, dass

wenigstens ein Theil der dort liegenden Fasern in das Corpus trapezoides gelangt, eine Lage von Querfasern, die wir später kennen lernen werden.

Kurz vor dem Acusticusursprung senkt sich das Corpus restiforme in das Kleinhirn ein. Es hat bis zu dieser Stelle, wie Ihnen auch wohl schon an dem Querschnitt Fig. 110 auffiel, bedeutend an Umfang zugenommen; weil es alle Fasern zu den Oliven allmälig aufgenommen hat.

Nach innen von der Stelle, wo dieser Eintritt in das Kleinhirn geschieht, nicht am Boden, sondern mehr in der Seitenwand des Ventriculus quartus, liegt ein Nervenkern von noch unbekannter Bedeutung. Fasern aus ihm dringen als Fibrae arcuatae in die Haube, durchkreuzen die Raphe und sollen bis in den Acusticuskern der gekreuzten Seite verfolgt werden können. Deshalb wurde der Kern, welcher nach aussen vom Acusticuskern liegt, auch als äusserer Acusticuskern bezeichnet. Fasern aus dem Cerebellum zum Acusticus und zu den oberen Oliven liegen ihm eng an, durchziehen ihn sogar zum Theil. Dass er zum Acusticus in Beziehung steht, konnte ich nicht mit einiger Sicherheit feststellen. Er wird bei Kaninchen atrophisch, denen man die gleichseitige Hälfte des Halsmarkes in früher Jugend durchschnitten hat, während der Acusticus normal bleibt.

Die Ursprungsverhältnisse des Nervus acusticus sind nur durch Verfolgung der Markscheidenentwicklung festzustellen in der Weise, wie sie eben (durchaus nach eigenen Untersuchungen) geschildert wurden. Speciell die Beziehungen des Nucleus anterior zum Nerven und zum Corpus trapezoides sind sehr gut an dem Gehirn neugeborner Katzen zu erkennen. Der Nucleus anterior giebt übrigens bei Thieren (Kaninchen, Katze) relativ mehr Fasern zum Nerven als beim Menschen, wo der Nucleus internus die Hauptursprungsstätte ist.

Auf Fig. 110, welche den Acusticuskern enthält, ist in der Gegend nach innen und etwas nach vorn von der Substantia gelatinosa des ehemaligen Hinterhornes, da wo weiter hinten der Accessoriuskern lag, eine Ansammlung von Ganglienzellen sichtbar, welche wieder einem motorischen Nerven den Ursprung giebt. Der Nervus facialis entstammt dieser Stelle. Sie sehen seine Fasern nach dem Boden der Rautengrube hin streben. Dort biegen sie, was auf dem gezeichneten Schnitt nicht zu sehen ist, nach vorn ab, verlaufen in leichtem Bogen eine Strecke weit unter dem Boden der Rautengrube und durchbrechen schliesslich im Winkel sich nach vorn und aussen wendend die Haube und die in dieser Höhe schon aufgetretene Brücke. Unter dem Bogen,

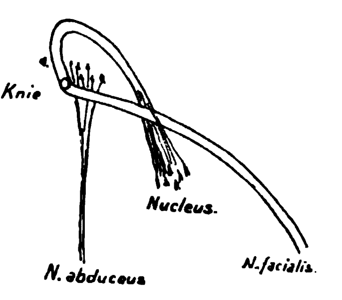


Fig. 111.
Schema des centralen Verlaufes des N. facialis und des N. abducens.

den der Facialis macht, liegt der **Kern des Nervus abducens**. Auf der umstehenden Zeichnung bedeutet *a* das horizontal unter der Rautengrube herziehende Stück.

Den Theil des Facialis, wo der Nerv sich plötzlich nach vorn und aussen wendet, bezeichnet man als Knie. Der Verlauf des Nervus facialis vom Knie an bis zum Austritt wird auf der folgenden Zeichnung (Fig. 112), welche zur Erläuterung der Verhältnisse im Anfangstheil der Brücke gezeichnet ist, klar.

Das über der Rautengrube liegende Cerebellum ist mitgezeichnet. In es treten die zum Theil noch im Querschnitt getroffenen Fasern des Corpus restiforme, dessen innere Abtheilung u. A. den Acusticuszuwachs

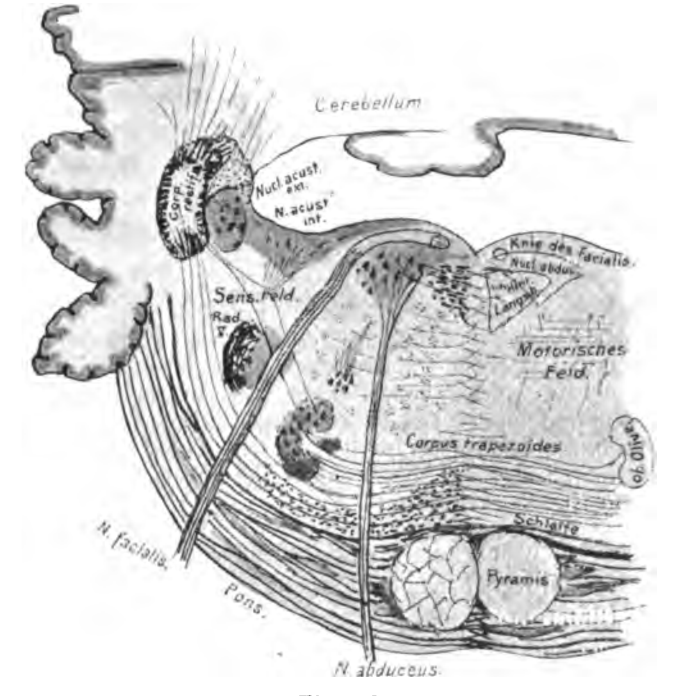


Fig. 112.
Querschnitt durch den hintersten Theil der Brücke, zur Demonstration des Facialisknieеs und Abducensursprunges. Ausser dem im Text Erwähnten ist zu beachten die Lage der Schleifenschicht und der Pyramiden zu den Brückenfasern.

aus dem Kleinhirn enthält. Diesem liegt der sogenannte äussere Acusticuskern an. Nach innen folgt dann der vorderste Theil des eigentlichen Acusticuskernes. Der daneben liegende Facialis ist am Knie von dem Bogen abgeschnitten. Unter ihm liegt der Abducenskern.

Durch den Facialis wird das **motorische Feld der Haube** nach aussen abgegrenzt von den Haubenbestandtheilen, welche zum grossen Theil sensible Fasern enthalten. Diese äussere Partie der Haube hat daher den Namen **sensorisches Feld** erhalten. In ihr

liegen die Substantia gelatinosa des Hinterhornes, die aufsteigende Trigeminuswurzel, die Fasern zum Corpus restiforme und noch einzelne Theile der Acusticuswurzel.

Im motorischen Feld ist ausser der Substantia reticularis, welche dessen grössten Theil einnimmt, namentlich bemerkenswerth das vorderste Ende des Facialiskernes (nicht mehr so deutlich in dieser Höhe als es gezeichnet wurde), dann zwischen beiden Abducenskernen das hintere Längsbündel. Es war bis etwa zu dieser Höhe nicht deutlich von den Vorderstrangresten zu trennen. Diese Vorderstrangreste aber haben sich jetzt zum grössten Theil (in Fasern der Substantia reticularis?) zerstreut. So sind als geschlossene Bündel hinten das hintere Längsbündel, vorn die Olivenzwischenschicht übrig geblieben. Die letztere hat nach der Seite an Ausdehnung gewonnen. Vielleicht sind ihr Fasern aus den Oliven und der Substantia reticularis zugewachsen. Ihre breite Lage, welche jetzt die Haube von der Brücke trennt, haben wir schon in früheren Vorlesungen als Schleifenschicht kennen gelernt.

Die Olive ragt nicht bis in die Höhen des Facialisursprunges hinauf. Dort liegt aber ein ihr ähnlich gebautes, jedoch viel kleineres Ganglion, die Oliva superior. Die Bedeutung und die Beziehungen der oberen Olive sind noch ganz unklar. Fasern aus dem gleichseitigen Corpus restiforme treten in sie ein. Ein ziemlich starker Zug zieht aus ihr im motorischen Feld der Haube hirnwärts. Ob auch Fasern aus dem gekreuzten Corpus restiforme in sie gelangen ist fraglich. Um- und überzogen werden die oberen Oliven von einer Schicht starker sehr früh markhaltig werdender Querfasern, die dorsal von der Brückenfaserung sich in dieser Schnitthöhe vor die Haube legt. Es wurde schon oben gesagt, dass diese Fasern zumeist oder alle aus dem Nucleus Acustici anterior stammen. Sie kreuzen sich in der Mittellinie mit analogen Fasern von der anderen Seite.

Fig. 118.
Medulla oblongata und Pons eines Affen, zur Demonstration des Corpus trapezoides *ct*.

Bei manchen Thieren sind sie gar nicht von Brückenfasern bedeckt. Ihre breite Lage hinter den Pyramiden wird als Corpus trapezoides bezeichnet. So sehen Sie an beistehender Zeichnung, welche diese Partieen von einem Affen darstellt, die Pyramiden *a* über das Corpus trapezoides *ct* weg ziehen und erst dann in die Brücke eintauchen. Beim Menschen sind sie schon von der mit *a* bezeichneten Stelle an von Ponsfasern überzogen.

Vor dem oberen Ende des Facialiskernes beginnt, immer in der Verlängerung jener Säule motorischer Nervenursprünge, die mit dem Accessoriuskern tief unten im Rückenmark anfing, ein kleiner Kern

multipolarer Ganglienzellen, der motorische Trigeminuskern. Aus ihm kommt die Portio minor des Nerven, welche die Kaumuskeln versorgt. Es treten aber mit der Portio minor auch Fasern aus der Brücke, welche nicht im motorischen Kerne, sondern hoch oben in der Vierhügelgegend entspringen, wo spärliche Ganglienzellen, seitlich vom Aquaeductus Sylvii (in Figur 59 links oben) der Radix descendens Nervi trigemini Ursprung geben. Diese Wurzel führt möglicher Weise trophische Fasern. Wenigstens sah Merkel nach einer Durchschneidung, welche sie traf, Conjunctivitis des betreffenden Auges eintreten.

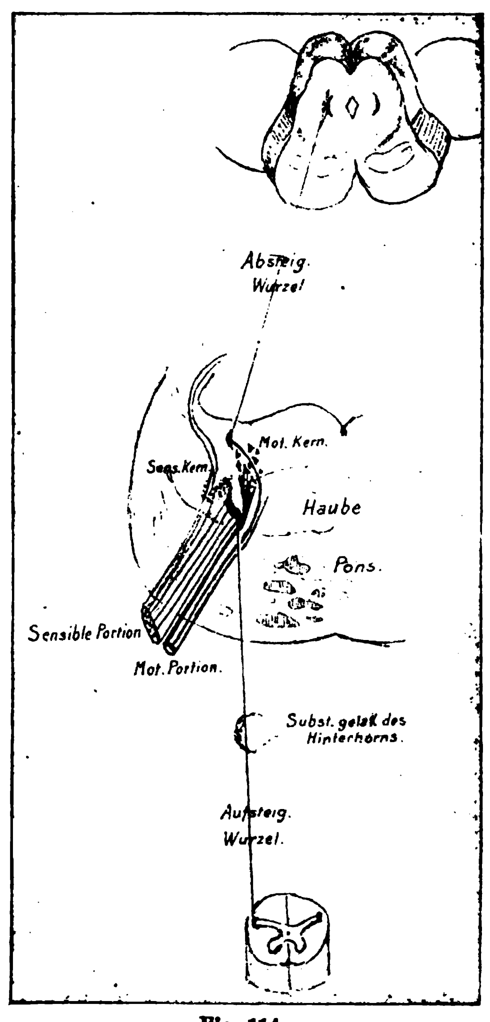


Fig. 114.
Drei Schnitte durch Rückenmark, Brücke und Vierhügel zur Demonstration der Ursprungsverhältnisse des Nervus trigeminus.

Der Haupttheil des Nervus trigeminus, die sensible Portion, entspringt nur zum allerkleinsten Theile in der Brücke; er kommt vielmehr aus allen Höhen vom Halsmarke bis hinauf zur Abgangsstelle des Nerven. Oefters wurde er bislang schon erwähnt als ein dickes fast im Halbmond gelagertes Bündel markhaltiger Nervenfasern, welches den Kopf des Hinterhorns auf den meisten in den beiden letzten Vorlesungen demonstrirten Schnitten umgab. Nahe dem motorischen Kern biegt der Hauptstamm nach vorn in die Brücke ab und tritt (s. Figur 102) als Portio major aus ihr heraus. In diese Portio major Trigemini gelangen Fasern von hinten her aus dem Kleinhirn, ausserdem von einer kleinen Anhäufung grauer Substanz, welche aussen vom motorischen Kern liegt und als ein sensibler Trigeminuskern aufgefasst wurde. Wie alle Hirnnerven erhält auch der Trigeminus Fasern von der andern Seite, welche die Raphe passirt haben.

Die Trigeminuswurzeln lassen sich nicht auf einem einzelnen Schnitte demonstriren. Sie treten ja von vorn und von hinten her zu der Stelle am Boden der Rautengrube, von wo sie sich in die Tiefe zum Austritt wenden. Das Schema Fig. 114 stellt die eben geschilderten Ursprungsverhältnisse dar. Es ist nach dem Gesagten wohl leicht verständlich.

Die Fussregion, welche bis in die Oblongata hinauf nur die Pyramidenfasern erhielt, wird in der Brücke viel mächtiger. Bis dorthin gelangen ja jene Fasern aus dem Stirnhirn und dem Temporo-Occipitalhirn, welche wir früher kennen lernten. Ueber der Brückenfaserung liegt, anfänglich noch von den Fasern des Corpus trapezoides durchzogen, die Schleifenschicht.

Wenig weiter nach oben wird dieselbe zu einem distinkteren Bündel, das quer über der Brücke liegend die Fussregion von der Haube trennt. Dass in der Schleifenschicht an dieser Stelle minde-

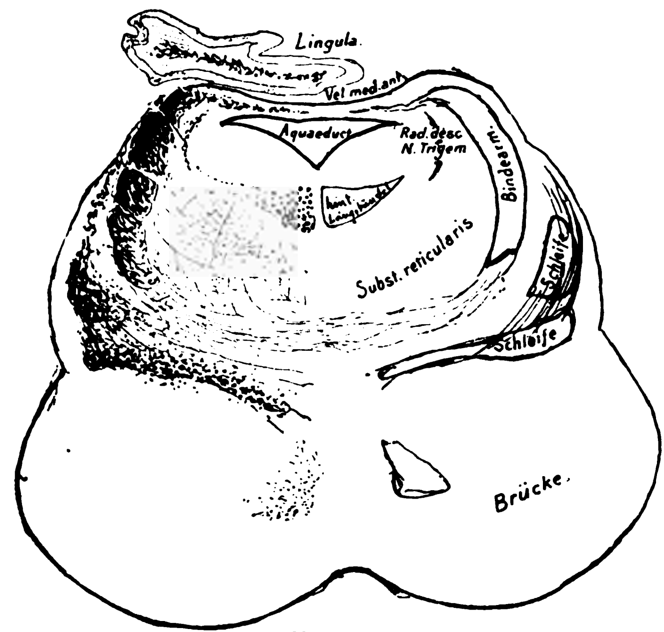


Fig. 115.
Schnitt durch die obere Brückengegend von einem Fötus aus dem neunten Schwangerschaftsmonate.

stens zwei verschiedene Faserarten enthalten sind, lehrt das Studium der Markscheidenentwickelung. Ein Theil der Schleife bekommt schon im 7. Fötalmonat, ein anderer wohl erst im 9. sein Mark.

Wir kommen jetzt allmälig in die Gegend der Brücke, wo, wie Fig. 101 lehrt, ein Querschnitt auch die Bindearme treffen muss, die von den Vierhügeln herab beiderseits aussen der Haube anliegen, ehe sie sich in das Cerebellum einsenken. Wir kommen in die Gegend,

wo das Dach des Hinterhirns nicht mehr vom Kleinhirn, sondern vom Velum medullare anticum gebildet wird. Dort beginnt der Ventriculus quartus sich zum Aquaeductus Sylvii zu verengern.

Die einzelnen Bestandtheile, welche in dieser Höhe die Haube zusammensetzen, treten sehr deutlich hervor an dem vorstehenden nicht schematisirten Querschnitt durch den obersten Theil der Brücke einer neun Monate alten Frucht. Im Fuss ist zu dieser Zeit nur ein kleines Bündel markhaltig. In der Haube aber sind die Schleifenschicht, dann die Bindearme, das hintere Längsbündel und viele Fasern der Substantia reticularis vollkommen ausgebildet. Die Bindearme gehen oben in das Velum medullare anticum über, auf dem das vordere Ende der Lingula ruht. Unten, über der Schleifenschicht sind die letzten Fasern der Bindearmkreuzung zu sehen.

Die absteigende Trigeminuswurzel liegt zu beiden Seiten des Aquaeductus als dünnes Faserbündelchen. Nach innen von ihr unter dem Boden des Aquaeductus, oder dem vorderen Ende der Rautengrube haben Sie sich die Zellen der Substantia ferruginea zu denken, die an dem gezeichneten Präparate nicht ganz deutlich waren. Die Substantia reticularis besteht hier wesentlich aus Längsfasern, welche nicht höher als bis zum Niveau der vorderen Vierhügel zu verfolgen sind. Nahe der Mittellinie liegt beiderseits das hintere Längsbündel.

Von jetzt an ändert sich das Querschnittsbild bis in die Vierhügelgegend nicht mehr wesentlich. Die Schleife beginnt sich aussen um die Haube herum nach hinten zu schlagen, um das Gebiet unter den Vierhügeln zu erreichen. Sie erinnern sich, dass dieses Aufsteigen von Fasern aus der Schleifengegend schon auf den Querschnitten durch das Mittelhirn zu sehen war. Die Bindearme rücken sich einander näher und kreuzen sich schliesslich weiter oben.

So hätten wir, meine Herren, heute den Anschluss an jene Querschnittsbilder erreicht, die wir in der 7. Vorlesung gesehen. Wenige Millimeter nach vorn von ihnen treten die Fussfasern aus der Brücke hervor, um als Pes pedunculi cerebri frei zum Gehirn zu ziehen; es verlieren sich die Bindearme im rothen Kern und an Stelle des Velum med. ant. zeigen sich im Hirndache die Vierhügel.

Die Wiederholung einiger früher gegebenen Abbildungen mag das damals Gesagte und die Art des Uebergangs aus der Brücke in die Vierhügelgegend klarer stellen (Fig. 116—118).

Unsere Aufgabe wäre somit im Wesentlichen erledigt. Eine grosse Anzahl wichtiger Fasersysteme wurde in ihren Lagerungsverhältnissen zu den grauen centralen Massen studirt und in ihrem Verlauf vom Vorderhirn bis gegen das Ende des Mittelhirns hinab, oder vom Rückenmark bis zur gleichen Höhe aufwärts verfolgt. Doch erscheint es zweckmässig, einzelne von ihnen nochmals kurz im Zusammenhang zu

betrachten; entweder weil sie von besonderer Dignität in physiologischer und pathologischer Beziehung sind oder auch weil Ihnen die Uebersicht über deren Gesammtverlauf durch die nach der 7. Vorlesung in didaktischem Interesse eingetretene Unterbrechung der continuirlichen Verfolgung erschwert wird.

Lassen Sie sich diese nochmalige kurze Darstellung auch als Führer zu einer Art Repetition dienen, die Sie an der Hand der Abbildungen leicht vornehmen können.

1. Die Pyramidenbahn, die wichtigste Bahn des motorischen Innervationsweges, zieht aus der Gegend der Centralwindungen hinab durch die Capsula interna, zum Pes pedunculi, dann in die Brücke; taucht unten vorn aus ihr wieder hervor, verläuft vorn an der Medulla oblongata hinab zum Rückenmark. Dort tritt der grösste Theil ihrer

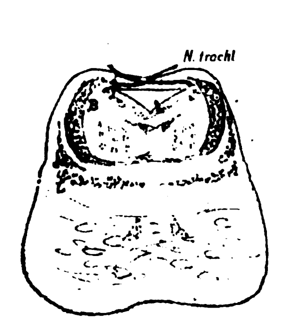


Fig. 116.



Fig. 117.



Fig. 118.

Drei Schnitte durch die Brücke und die Vierhügelgegend vom Neugebornen, zur Demonstration des Verlaufes der Bindearme und der Schleifenschicht. Die letztere liegt dicht über den Ponsfasern; die Bindearme *B* (Fig. 116) treten Fig. 117 weiter nach innen, ihre Kreuzung beginnt, die Fig. 118 auf der Höhe ist. Hämatoxylinfärbung.

Fasern in den Hinterseitenstrang und von da (unsicher) zu den Zellen der Vorderhörner, aus denen die motorischen Nervenwurzeln kommen.

Die Abbildungen Figg. 38, 44, 51, 59, 60, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 97, 98, 102 zu vergleichen.

2. Die Längsfasern der Substantia reticularis sind zumeist der Pyramidenbahn analoge Fasern. Sie konnten neuerdings von mir zum grössten Theile durch die Faserung der Brücke in das Grosshirn verfolgt werden. Etwa hinter den hinteren Vierhügeln beginnen Brückenfasern durch die Raphe in die Haube zu ziehen, wo sie zu Längsfasern der Substantia reticularis werden, welche später zu den Kernen der gekreuzten Hirnnerven gelangen.

Diese beiden Faserarten können (im Sinne der Fig. 55 und 93) als centrale motorische Bahnen bezeichnet werden. Zwischen sie und den peripheren Nerven ist der betreffende Nervenkern eingeschaltet.

Zu vergleichen die Abbildungen Figg. 97, 98, 99, 100 rechts. 105, 109, 112, 115.

3. Die Hinterstrangfasern des Rückenmarkes sind oben zuerst nachweisbar zwischen Vierhügelgegend und Regio subthalamica. Dorthin ziehen aus dem Grosshirn die Fasern der Haubenstrahlung. Weiter hinab lassen sie sich in die Schleifenschicht der Brücke und dann in die Olivenzwischenschicht der Medulla oblongata verfolgen. Aus der letzteren ziehen sie als Fibrae arcuatae über die Mittellinie weg nach hinten zu den dort liegenden Kernen der Hinterstränge. Aus diesen entspringen (?) die eigentlichen Fasern der Hinterstränge, welche dann hinab zum Rückenmark ziehen. Diese erhalten einen Zuzug aus dem Kleinhirn in den Fibrae arcuatae externae.

Zu vergleichen die Abbildungen Figg. 39, 40, 44, 51, 59, 92, 99, 100.

4. Das Corpus restiforme, der untere Kleinhirnschenkel, besteht aus zwei Faserarten, nämlich aus Fasern, welche aus der Olive stammen und zum Kleinhirn ziehen und aus solchen, welche aus dem Rückenmark ebendahin gelangen. Von den letzteren kennen wir die Kleinhirn-Seitenstrangbahn und die Kleinhirn-Hinterstrangfasern, welche zum Theil schon unter 3. erwähnt wurden. Die ersteren enden im Vliess, welches aussen das Corpus dentatum cerebelli umgiebt und scheinen sich durch dies letztere in den Bindearm fortzusetzen. Die letzteren gelangen in die gekreuzte Seite des Oberwurmes.

Zu vergleichen Figg. 71, 72, 100, 107, 108, 109, 110, 112.

5. Der Bindearm oder der vordere Kleinhirnschenkel stammt aus der gekreuzten Regio subthalamica, speciell aus dem dort liegenden rothen Kern. Er steht grosshirnwärts mit Fasern der Haubenstrahlung und des Thalamus in Verbindung, bildet hinter den Vierhügeln für eine kurze Strecke das Ventrikeldach und senkt sich zum grössten Theil in das Corpus dentatum ein. Einige seiner Fasern gelangen theils in das Vliess, theils in die Hemisphären des Cerebellum.

Siehe Figg. 41, 47, 48, 52, 53, 63, 64, 65, 67, 71, 72, 101, 115.

6. Die Stabkranzfasern zur Brücke entspringen aus der Rinde des Vorderhirns, besonders aus dem Stirn- und Schläfenhinterhauptslappen. Sie ziehen durch die Capsula interna in den Fuss des Hirnschenkels und von da in die Brücke Fig. 44. Dort treten sie entweder direkt, oder viel wahrscheinlicher durch interpolirte Ganglienzellen und Plexus über in die mittleren Kleinhirnschenkel oder Brückenarme.

Siehe Figg. 60, 61, 67, 71, 72.

Eine sehr interessante Eintheilung der Ganglien und Fasergebiete des Centralnervensystems hat neuerdings Aeby gegeben. Sie befriedigt zum Theil sehr gut die von der Anatomie, speciell von der vergleichenden Anatomie zu erhebenden Ansprüche und wird wohl auch nicht ohne Einfluss auf die Auffassung pathologischer Processe in den betreffenden Organen bleiben.

Nach Aeby zerfällt das Centralorgan des Nervensystems in Bestandtheile von segmentaler und in solche von nicht segmentaler Anordnung. Die ersteren richten sich nach der allgemeinen Wirbelgliederung. Im Rückenmark gehören dahin die Säulen der grauen Substanz mit den in sie eintretenden Nervenwurzeln und den zwischen einzelnen Höhen ausgespannten Längsfasern (Grundbündel der Vorderseitenstränge und Grundbündel der Hinterstränge s. Fig. 87). In der Oblongata, dem Pons und dem Mittelhirn sind in den Nervenkernen (und dem hinteren Längsbündel) die segmentalen Theile zu suchen. Das nicht segmentale Gebiet gehört ausschliesslich den nach vorn vom Rückenmark liegenden Hirntheilen an. Die Darstellung, die Aeby von ihm giebt, weicht sehr wesentlich von der in diesen Vorlesungen gegebenen ab. Der Ausgangspunkt des nicht segmentalen Gebietes liegt im dorsalen Theile des Rückenmarkes und reicht von dessen oberem Ende bis zum Mittelhirn. Nach unserer Eintheilung gehörte hierher die Bahn: Kerne der Hinterstränge — Fibrae arcuatae — Schleife, letztere nur zum Theil; dann der Faserzug: Olive — Nucleus dentatus cerebelli — Bindearm — rother Kern. Zu der ersten Bahn treten vom Grosshirn her die Fasern der Haubenstrahlung, zu der zweiten die im Bereich des motorischen Feldes der Haube liegenden Züge vom Gehirn zu den Oliven. Auch die Bahn: Längsfasern der Substantia reticularis — Oliva superior — Cerebellum wäre hierher zu rechnen. Die von Aeby gegebene Darstellung des nicht segmentalen Gebietes (Haubenstrang, Schleifenstrang u. s. w.) lässt sich nicht mit der in den Vorlesungen gegebenen vereinen.

Alle die bislang genannten Ganglien und Fasern liegen im „Hirnstamm“. Auf ihn ist ohne Zweifel die Aeby'sche Eintheilung mit grossem Vortheil anwendbar. Das ganze Bild gewinnt durch sie wesentlich an Klarheit. Auch lassen sich die bislang bekannten Thatsachen leicht mit ihr vereinen. Weniger vortheilhaft und auch noch nicht genügend durch die vorliegenden Untersuchungen gestützt ist die Eintheilung des Hemisphärengebietes und des Markmantels der Hemisphären. Hier fehlen doch noch zu viele Zwischenglieder, um das Bekannte in dem einfachen von Aeby gezeichneten Rahmen unterzubringen. Die Verbindungen der Hemisphärenrinde und des ihr analogen Corpus striatum (exclusive Globus pallidus) können als äussere und innere bezeichnet werden. Die äusseren verbinden die Rinde mit dem Hirnstamm. Der Stabkranz mit allen seinen Fasern zum Thalamus, zur Brücke und zu dem segmentalen Gebiet der Oblongata und des Rückenmarks gehört hierher; die Pyramidenbahn, die direkte Kleinhirn-Seitenstrangbahn seien als Beispiele noch genannt; wir würden auch die Haubenfaserung dahin zu rechnen haben. Als innere Rindenverbindungen werden ausser den Windungscommissuren des Gross- und Kleinhirns, dem Balken und der vorderen Commissur auch die in der Brücke liegenden Züge zwischen der Rinde des Gross- und Kleinhirns aufgeführt.

Lassen Sie uns noch, meine Herren, ehe ich diese Vorlesungen schliesse, die wichtigsten Symptome kurz betrachten, welche bei Erkrankungen des Pons oder der Oblongata vorkommen. Sie sind in ihrer Gruppirung ein guter Prüfstein auf die Richtigkeit der Ihnen vorgelegten anatomischen Verhältnisse.

Auf kleinem Raum sind die wichtigsten Bahnen dort für die Bewegungen der Körpermuskulatur, für die Empfindung, die Sprechmuskulatur, den Schluckakt u. s. w. vereint. Ein Herd braucht da nicht gross zu sein, um gar mancherlei Symptome hervorzurufen. Da die meisten motorischen und sensiblen Fasern weiter hinab zum Rückenmark ziehen, ihre Unterbrechung aber, ob hoch oder tief erfolgend, die gleichen Symptome machen wird, so ist es für die Diagnose, ob eine Erkrankung in der Brücke oder im verlängerten Mark sitzt, ausserordentlich wichtig, die Lage der Nervenkerne zu berücksichtigen. Sprech-, Athem-, Schluckbeschwerden werden wahrscheinlich durch einen Herd in der Oblongata, Kaulähmung (motor. Portion des N. trigeminus) leicht durch einen Brückenherd zu Stande kommen. Da jedoch die centralen Fasern zu den Nervenkernen der Oblongata die Substantia reticularis der Brücke passiren, so können auch Schluckstörungen u. s. w. gelegentlich durch dort sitzende Erkrankungen erzeugt werden. Die Atrophie der Muskulatur, welche bei Affectionen der Kerne selbst auftritt (siehe Fig. 55 und Text dort), wird genau studirt werden müssen,

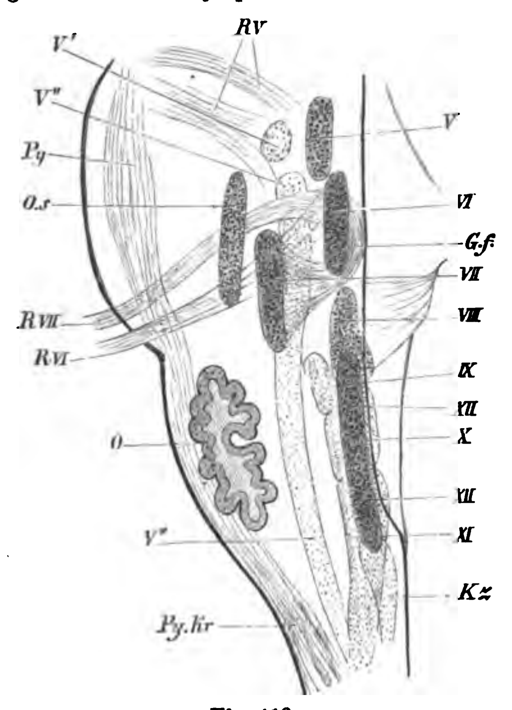


Fig. 119.

Durchsichtige Seitenansicht der Oblongata, um die relative Lage der wichtigsten Kerne zu zeigen. Die der Mittellinie näher liegenden Kerne dunkler. *Py* Pyramide, *Gf* Genu N. facialis, *Os* Oliva superior, *O* Oliva inferior. Nach Erb.

wenn es gilt, den Ort und die Ausdehnung einer solchen Affection festzustellen. Fig. 119, welche die Lage der Nervenkerne auf den Längsschnitt einer Oblongata projicirt darstellt, wird Ihnen diese Aufgabe wohl etwas leichter machen, als die früher demonstrirten Bilder von Querschnitten der Nervenursprünge es vermögen.

Die motorischen Bahnen für die Extremitäten liegen oben zumeist vorn in den Pyramiden, sie treten erst sehr viel weiter unten, gerade über dem Rückenmark, auf die andere Seite. Die motorischen Fasern für die Hirnnerven aber liegen oben in der Haube und kreuzen sich ganz nahe an den Nervenkernen in der Raphe. Ein Erkrankungsherd in der Brücke wird deshalb in den meisten Fällen zwar die Extremitäten auf der gekreuzten Seite, den Facialis, Abducens oder Trigeminus aber auf der gleichen Seite

treffen, wo er selbst sitzt. Das Schema Fig. 120 versucht dieses wichtigste Symptom vieler Pons- und Medullaaffectionen, die **gekreuzte Lähmung**, Ihrem Gedächtnisse fester einzuprägen, als es das geschriebene Wort ver-

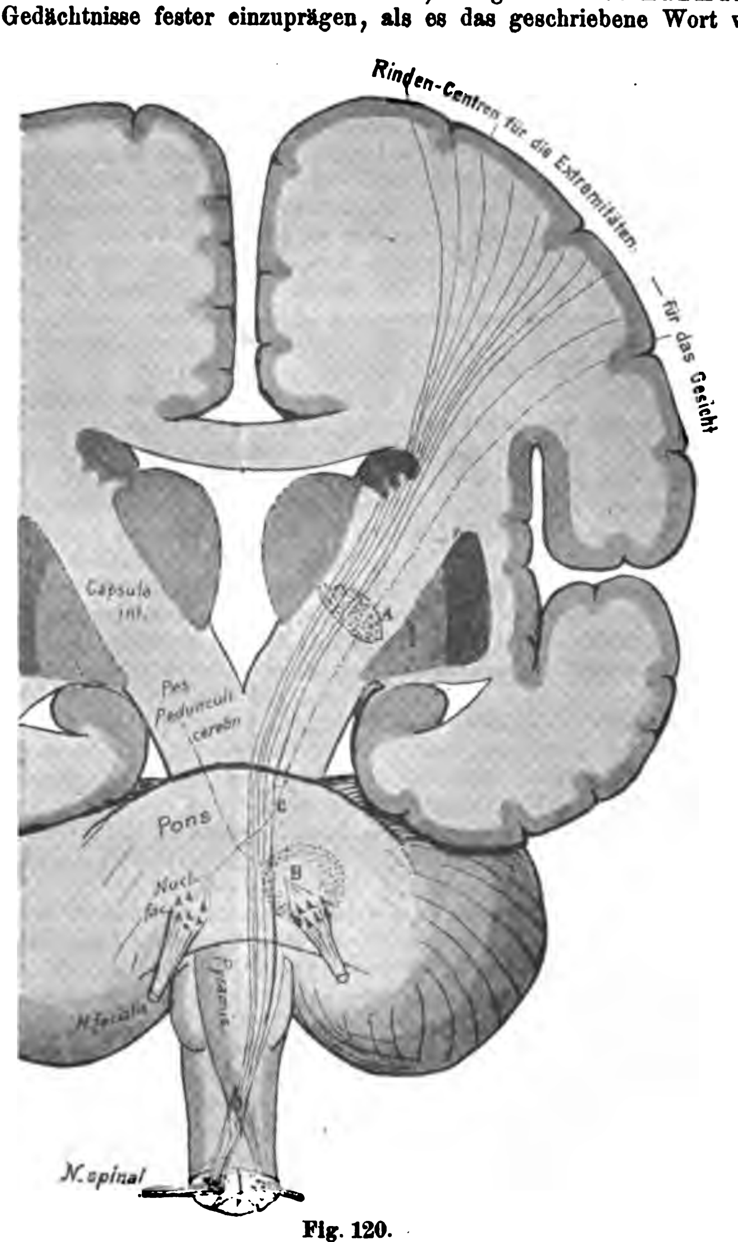


Fig. 120.
Schema der motorischen Innervationsbahn für den Facialis und die Extremitätennerven. Frontalschnitt durch Grosshirn, Hirnschenkel, Brücke, verlängertes Mark und Rückenmark.

mag. Es stellt die Bahn der motorischen Innervation für den Antlitznerven und für die Extremitätennerven dar. Sie sehen an der Zeichnung, dass ein Herd bei *A* im Grosshirn oder in den Hirnschenkeln rechts den linken Fa-

